

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-111228

(43)Date of publication of application : 08.04.2004

(51)Int.Cl.

H05B 33/14

C08F 12/32

C09K 11/06

(21)Application number : 2002-272588

(71)Applicant : TDK CORP

(22)Date of filing : 19.09.2002

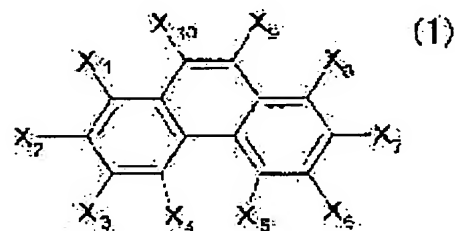
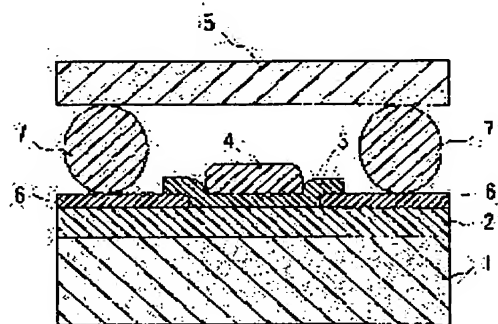
(72)Inventor : EBISAWA AKIRA  
SHIRAI TOMOJI  
SHINKAI MASAHIRO

## (54) ORGANIC EL ELEMENT AND ORGANIC EL DISPLAY THEREWITH

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an organic EL element having high brightness, high efficiency and a long service life due to inclusion of phosphorescence luminescence which is provided by realizing distributed type polymeric materials having superior stability and a long service life, and also to provide an organic EL display therewith capable of getting a clear image.

**SOLUTION:** This organic EL element has an organic layer containing vinyl polymer which is polymeric of vinyl monomer having a group derived from phenanthrene structure expressed by the formula (1). An organic EL display is obtained by arranging the organic EL element in a two dimension on a substrate. Wherein, X1 to X10 in the formula (1) represent at least any one of a hydrogen, alkyl group, alkoxy group, aryl group, aryloxy group, heterocyclic group, amino group, halogen atom or cyano group. And more than one substituent may form a ring by joining together.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

29.07.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of

## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

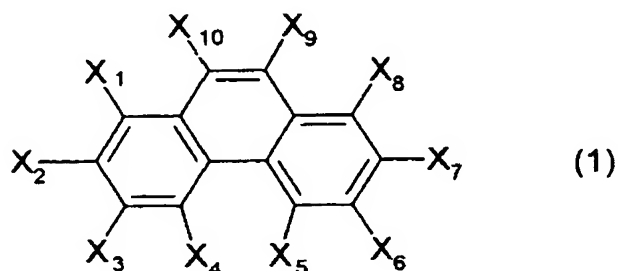
## CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]

The organic EL device characterized by having an organic layer containing the vinyl polymer which is the polymer with the radical guided from the phenanthrene structure expressed with a formula (1) of a vinyl monomer.

[Formula 1]



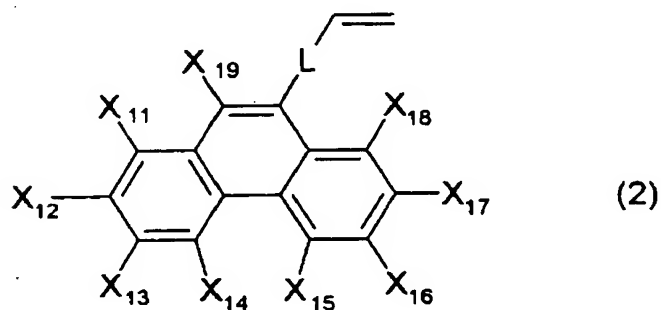
However, X<sub>1</sub>-X<sub>10</sub> in a formula (1) are a substituent, and or more including one of hydrogen, an alkyl group, an alkoxy group, an aryl group, an aryloxy group, a heterocycle radical, the amino group, a cyano group, and halogen atoms, two or more [ of these ] may join together, and they may form the ring.

[Claim 2]

Said vinyl monomer,

The organic EL device according to claim 1 characterized by being a vinyl monomer with the radical guided from the phenanthrene structure expressed with a formula (2).

[Formula 2]



However, L in a formula (2) is divalent connection radicals, such as single bond or an alkyl group, and an aryl group, and a connection radical may have a substituent also in no permuting. Moreover, X11-X19 are a substituent, and or more including one of hydrogen, an alkyl group, an alkoxy group, an aryl group, an aryloxy group, a heterocycle radical, the amino group, a cyano group, and halogen atoms, two or more [ of these ] may join together, and they may form the ring.

[Claim 3]

Said vinyl monomer,

The organic EL device according to claim 2 characterized by L in a formula (2) being the derivative of a phenyl group or a phenyl group.

[Claim 4]

The organic EL device characterized by having an organic layer containing the vinyl polymer which is the copolymer of two or more kinds of vinyl monomers of the vinyl monomers according to claim 1 to 3.

[Claim 5]

One or more kinds of vinyl monomers of the vinyl monomers according to claim 1 to 3,

The organic EL device characterized by having an organic layer containing the vinyl polymer which is a copolymer with one or more kinds of vinyl monomers other than a vinyl monomer according to claim 1 to 3.

[Claim 6]

One or more kinds of the organic layer containing said vinyl polymer,

An organic EL device given in any 1 term of the claims 1-5 characterized by being a luminous layer in an organic EL device.

[Claim 7]

Said luminous layer,

The organic EL device according to claim 6 characterized by including one or more kinds of luminescent dopants.

[Claim 8]

Said luminescent dopant,

The organic EL device according to claim 7 characterized by including one or more kinds of blue luminescence dopants.

[Claim 9]

Said luminescent dopant,

An organic EL device given in either of claims 7 or 8 characterized by including one or more kinds of phosphorescence luminescence dopants.

[Claim 10]

An organic EL device given in any 1 term of the claims 1-9 characterized by having one or more carrier block layers which contain the vinyl polymer of a publication in any 1 term of the claims 1-5.

[Claim 11]

Said carrier block layer,

An organic EL device given in any 1 term of the claims 1-10 characterized by being prepared in the cathode side which touches the luminous layer of an organic layer.

[Claim 12]

The panel by which the two-dimensional array of two or more organic EL devices was carried out,

The power feeder style which performs electrical-potential-difference supply or a current supply source,

A switching device is included,

The organic electroluminescence display to which said organic EL device is characterized by being an organic EL device given in any 1 term of the claims 1-11.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]

Especially this invention relates to the molecular dispersion mold giant-molecule organic EL device using vinyl polymer, and the organic electroluminescence display using it about an organic EL device.

[0002]

[Description of the Prior Art]

The various prototypes of the device are carried out based on the proposal (for example, nonpatent literature 1 reference) of the organic stratification by the vacuum evaporation technique which used the low molecular weight compound, and the organic EL device used for an organic electroluminescence display etc. is greeting the phase of current utilization.

On the other hand, since the above-mentioned low molecular weight compound is inferior in thermal stability, development of the organic EL device using a high molecular compound is performed actively. When a high molecular compound is used, it can be expected that the outstanding thermal stability which is not in a low molecular weight compound can be obtained. Moreover, since component production of a high molecular compound by spreading is attained, the simplification of a manufacture process of it is attained compared with the low molecular weight compound for which it cannot but depend on vacuum deposition.

This macromolecule organic EL device can be divided roughly into pi conjugation mold which used the conjugation macromolecule, and the molecular dispersion mold which distributed coloring matter in the disconjugation macromolecule.

[0003]

The technique about pi conjugation mold is first indicated by open patent public relations (for example, patent reference 1 reference), and came to have a property without the low-molecular light emitting device and the inferiority by vacuum evaporation after that by the laminating with the macromolecule which has the hole impregnation nature which was [ polystyrene sulfonate / polyethylene dioxythiophene / / (PEDOT/PSS) ] excellent.

However, the high molecular compound of pi conjugation mold is difficult to make a good blue luminescent material of color purity because of the breadth of pi conjugated system. Therefore, the ingredient in which the color purity of current practical use level is shown is not obtained. Moreover, practical level is not reached in respect of the life.

[0004]

The high molecular compound of a molecular dispersion mold is expected as an approach of obtaining blue luminescent material with more sufficient color purity than the above-mentioned pi conjugation mold. The molecular dispersion mold is early reported from the high molecular compound of the above-mentioned pi conjugation mold in 1983 (for example, nonpatent literature 2 reference). A molecular dispersion mold can obtain a good blue luminescent material of color purity easily by mixing with a host macromolecule the dopant used with a vacuum evaporation mold.

Furthermore, the high molecular compound of a molecular dispersion mold may be able to be used as a host ingredient of the phosphorescence luminescence dopant which attracts attention in recent years. A phosphorescence luminescence dopant is a dopant which can emit light from the triplet state of coloring matter.

[0005]

A fluorescent material is divided into two energy excitation states of a singlet state and a triplet state when a fluorescent material is excited with light, the electrical and electric equipment, etc. The rate divided into a singlet state and a triplet state is 1:3 in general. Luminescence by the energy-emitting at the time of returning from the excitation state of a singlet to a ground state is firefly luminescence, and luminescence of the conventional organic EL device is based on this device. Luminescence by the energy-emitting at the time of returning from the excitation state of a triplet to a ground state is called "phosphorescence luminescence." Phosphorescence luminescence has the inclination to be easy to deactivate thermally, although the energy-emitting of long duration is obtained comparatively. Therefore, the organic EL device which made phosphorescence luminescence luminescent mechanism is not yet put in practical use. Although phosphorescence luminescence can be used by suppressing thermal deactivation, for that purpose, an organic EL device must be cooled to near liquid nitrogen temperature at least. The conventional organic EL device uses only firefly luminescence because [ this ], and it is utilized about 25% of all luminescence as a result.

[0006]

If luminescence of a triplet state is obtained by stability in ordinary temperature, it will become possible to utilize luminescence based on almost all excitation devices. Development of a phosphorescence luminescence dopant for that is performed. For example, high luminous efficiency is reported in the organic EL device which used the iridium complex for the phosphorescence luminescence dopant (for example, nonpatent literature 3 reference). The iridium complex of R, G, and B each color is developed after this report.

[0007]

[Patent reference 1]

JP,10-92576,A

[Nonpatent literature 1]

Applied Physics Letters, vol.51, pp913 (1987)

[Nonpatent literature 2]

Polymer, vol.24, pp748, (1983)

[Nonpatent literature 3]

Applied Physics Letters, vol.75, No.1, pp4 (1999)

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]

Although utilization of the organic EL device using the high molecular compound of a molecular dispersion mold is expected, compared with the component using a low molecular weight compound or the high molecular compound of pi conjugation mold, there is big delay in respect of a property. The high molecular compound of the molecular dispersion mold which can apply it to an organic EL device is difficult to compound, and is because sufficient characterization is not performed.

It is [ that several affairs besides / which used the polyvinyl carbazole (PVK) / research are only reported until now about the organic EL device using the high molecular compound of a molecular dispersion mold, and ] (for example, nonpatent literature 4 and 5, 6 reference). Thus, the composition depends the thing with few [ high molecular compound / of a molecular dispersion mold ] evaluation reports on a difficult thing.

In order to obtain the blue light emitting device which was excellent in color purity, it is very promising to use the high molecular compound of a molecular dispersion mold for a host ingredient. However, since the high molecular compound of a molecular dispersion mold is difficult to compound, the present condition is that the practical component ingredient is not obtained.

[0009]

Also in the organic EL device using phosphorescence luminescence, it may be easily producible by using the high molecular compound of a molecular dispersion mold. However, the life of the component in a room temperature must be raised to utilization of phosphorescence luminescence to a practical use phase. For that purpose, the high molecular compound of the molecular dispersion mold which can hold phosphorescence luminescence dopants, such as an indium complex, to stability is required.

Most host ingredients with which current and phosphorescence luminescence are checked are the following two kinds. Although one has 4 which has a carbazole radical as a low-molecular mold, 4'-N, and an N'-dicarbazole biphenyl (CBP), this is thermally unstable to because of a low-molecular mold. Although another is PVK which is the high molecular compound of the above-mentioned molecular dispersion mold, the luminescence life with

stable difficult and practical maintenance of an iridium complex is not reported.

[0010]

As mentioned above, implementation of the polymeric materials of the molecular dispersion mold excellent in stability which can be used as a host ingredient of a blue luminescence dopant or a phosphorescence luminescence dopant has been a technical problem.

Then, this invention realizes the polymeric materials of a molecular dispersion mold which have the outstanding stability and a life, and aims at offering high brightness including phosphorescence luminescence, an efficient and long lasting organic EL device, and the organic electroluminescence display using it.

[0011]

[Nonpatent literature 4]

Polymer Preprints, Japan, vol.45, No.3, pp446 (1996)

[Nonpatent literature 5]

Chemical Letters, pp161 (1996)

[Nonpatent literature 6]

Polymer Preprints, Japan, vol.50, No.4, pp661 (2001)

[0012]

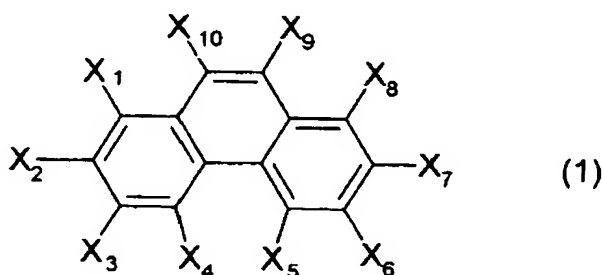
[Means for Solving the Problem]

The above-mentioned technical problem is solved by the organic EL device of the molecular dispersion mold using the vinyl polymer which has phenanthrene structure, and the organic electroluminescence display using it. The vinyl polymer which has phenanthrene structure has high solid-state quantum efficiency, and is because it has a large band gap suitable for the host ingredient of a blue luminescence dopant, and the host ingredient of a phosphorescence luminescence dopant.

The above-mentioned technical problem is attained by the organic EL device which has an organic layer containing the vinyl polymer which is the polymer with the radical specifically guided from the phenanthrene structure expressed with a formula (1) of a vinyl monomer.

[0013]

[Formula 3]



[0014]

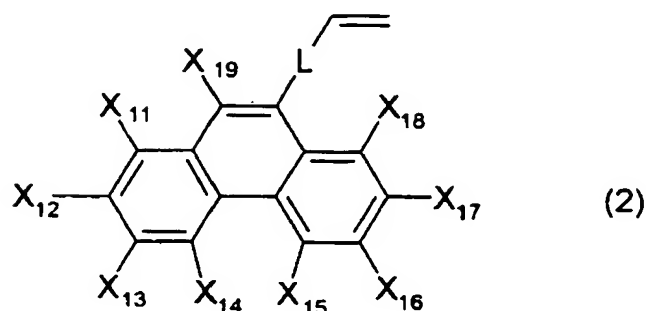
However, X1-X10 in a formula (1) are a substituent, and they contain at least one or more of hydrogen, an alkyl group, an alkoxy group, an aryl group, an aryloxy group, a heterocycle radical, the amino group, a halogen atom, and cyano groups. Moreover, two or more of these may join together, and the ring may be formed.

[0015]

As for the vinyl monomer of this invention, it is desirable that it is a vinyl monomer with the radical guided from the phenanthrene structure expressed with a formula (2).

[0016]

[Formula 4]



[0017]

However, L in a formula (2) is divalent connection radicals, such as single bond or an alkyl group, and an aryl group. Association which has a substituent also by single bond is sufficient as association of a connection radical.

[0018]

X<sub>11</sub>-X<sub>19</sub> in a formula (2) are a substituent and contain at least one or more of hydrogen, an alkyl group, an alkoxy group, an aryl group, an aryloxy group, a heterocycle radical, the amino group, a cyano group, and halogen atoms. Moreover, two or more of these may join together, and the ring may be formed.

[0019]

As for L of the vinyl monomer expressed with a formula (2), it is desirable that they are a phenyl group or its derivative.

[0020]

By introducing the above-mentioned phenanthrene structure into a vinyl monomer, high fluorescence quantum efficiency and a bipolar property can be added to the vinyl group which is a polymerization functional group of a vinyl monomer.

[0021]

Moreover, the organic EL device of this invention can contain the vinyl polymer which is the copolymer of two or more kinds of vinyl monomers chosen from the above-mentioned vinyl monomer.

Or the organic EL device of this invention can contain the vinyl polymer which is at least one or more kinds of the above-mentioned vinyl monomer, and at least one or more kinds of vinyl monomers other than the above-mentioned vinyl monomer of copolymers.

For example, fine tuning of a component property can be aimed at by forming the vinyl polymer used for the organic EL device of this invention, and a copolymer polymer with a charge transportability monomer.

[0022]

As for the organic EL device of this invention, it is desirable to include the luminous layer containing the vinyl polymer obtained from the above-mentioned vinyl monomer in the organic layer. To formation of the above-mentioned luminous layer, it is desirable to add a dopant further.

Addition of a coloring matter dopant is easy for the vinyl polymer which carried out the polymerization of the above-mentioned vinyl monomer. By making this vinyl polymer into the luminous layer of the organic layer in an organic EL device, it is efficient and the long organic EL device of a life can be obtained. Since especially the vinyl polymer of this invention has a large band gap, it is excellent as a host ingredient of a blue luminescence dopant or a phosphorescence luminescence dopant.

[0023]

The vinyl polymer of this invention has the large band gap and the big work function. Therefore, it can also use as a carrier block layer by forming a laminated structure with a luminous layer.

The carrier block layer in an organic EL device says the layer which confines a carrier in the interior of an organic layer. It can consider as the outstanding hole block layer by forming the carrier block layer of this invention in an interface with cathode especially.

[0024]

From an anode plate, in an organic layer, the hole supplied is recombined with an electron and emits light. At this time, it may pass to cathode as it is, without a part of hole recombining in an organic layer. These holes become the cause of reducing luminous efficiency in order not to contribute to luminescence. By forming a hole block layer in an interface with cathode, a hole is confined in an organic layer and recombination with an electron and luminescence can be urged. Especially the vinyl polymer of this invention has a large band gap, and since the work function is large, it is very effective as a hole block layer.

[0025]

The organic EL device of this invention can be used for the organic EL device used as a pixel in the organic electroluminescence display which combined the panel which carried out the two-dimensional array of the plurality, the power feeder style which performs electrical-potential-difference supply or a current supply source, and the switching device. The organic EL device of this invention is excellent in a heat characteristic and since it is long lasting, it can obtain the organic electroluminescence display excellent in endurance. Since efficient blue luminescence and phosphorescence luminescence are possible for especially the organic EL device of this invention, it can obtain the organic electroluminescence display excellent in brightness or a color specification function.

[0026]

[Embodiment of the Invention]

Hereafter, the gist of desirable operation explains this invention.

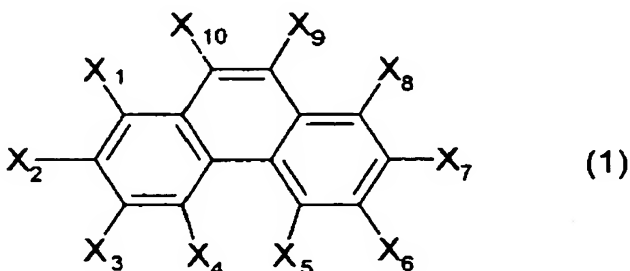
[0027]

#### 1. Detail of Organic Layer Ingredient

As for the organic EL device of this invention, it is desirable to have an organic layer containing the vinyl polymer obtained from the vinyl monomer with the anode plate which is a hole impregnation electrode, the cathode which is an electron injection electrode, and the radical guided to inter-electrode [ these ] from the phenanthrene structure shown in \*\* 5.

[0028]

[Formula 5]



[0029]

At least one of hydrogen, an alkyl group, an alkoxy group, an aryl group, an aryloxy group, a heterocycle radical, a halogen atom, a cyano group, amino groups, etc. can be used for the substituent expressed with X1-X10 in a formula (1). Usually, an alkyl group, an alkoxy group, and an aryl group are desirable, and it is desirable especially that they are hydrogen, an alkyl group, and an aryl group.

[0030]

When the substituent expressed with X1-X10 in a formula (1) is an alkyl group, even if an alkyl group is straight chain-like structure, it may be the structure of having branching. Moreover, although the non-permutation of an alkyl group is desirable, you may have the substituent and, as for the number of total carbon, 1-10 are desirable. For example, methyl, ethyl, n-propyl, isopropyl, n-butyl, isobutyl, s-butyl, t-butyl, pentyl, etc. be used.



[0031]

When the substituent expressed with X1-X10 in a formula (1) is an alkoxy group, it is desirable that the alkyl part of an alkoxy group is the same as the above-mentioned alkyl group. For example, it can use methoxy and ethoxy \*\* propoxy, isopropoxy, butoxy one, iso butoxy, s-butoxy, t-butoxy, etc.

[0032]

When the substituent expressed with X1-X10 in a formula (1) is an aryl group, even if it did not permute the aryl group, you may have the substituent, and as for the number of total carbon of a substituent, 6-20 are desirable, for example, phenyl, tolyl (o-, m-, p-), biphenyl, etc. can be used.

[0033]

When the substituent expressed with X1-X10 in a formula (1) is an aryloxy group, as for the aryl part of an aryloxy group, it is desirable that it is the same as the above-mentioned aryl group. For example, phenoxy, tolyloxy (o-, m-, p-), etc. can be used.

[0034]

When the substituent expressed with X1-X10 in a formula (1) is a heterocycle radical, the heterocycle radical of 5 members or 6 members can be used as a heterocycle radical. The heterocycle radical may have the condensed ring and may have the substituent. Moreover, a heterocycle radical may not have aromaticity and may not have it. For example, pyrrolyl, pyridyl, quinolyl, thienyl, a furil, etc. can be used.

[0035]

When the substituent expressed with X1-X10 in a formula (1) is a halogen atom, it can choose from halogen atoms, such as a fluorine, chlorine, a bromine, and iodine, suitably.

[0036]

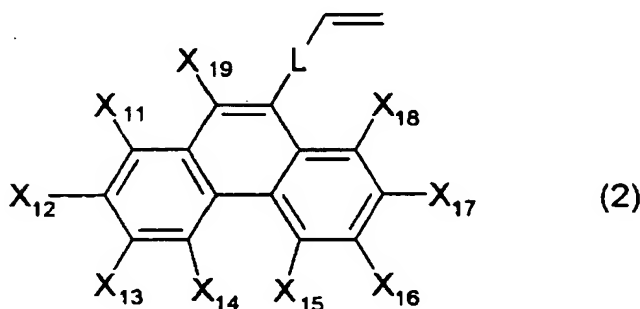
When the substituent expressed with X1-X10 in a formula (1) is an amino group, even if it did not permute the amino group, it may have the substituent. This substituent may have an above-mentioned alkyl group and an above-mentioned aryl group. The substituent which has an alkyl group and an aryl group has a desirable thing with 0-20 total carbon. For example, amino, methylamino, ethylamino, phenylamino, dimethylamino, diphenylamino, etc. can be used.

[0037]

As for especially the organic EL device of this invention, it is desirable to have an organic layer containing the vinyl polymer obtained from the vinyl monomer with the radical guided from the phenanthrene structure shown in \*\* 6.

[0038]

[Formula 6]



[0039]

L in a formula (2) is divalent connection radicals, such as single bond or an alkyl group, and an aryl group. You may have the substituent, even if it did not permute the alkyl group and the aryl group at this time.

[0040]

X11-X19 in a formula (2) are a substituent and can use the same thing as the substituent of X1-X10 in \*\* 5. That is, hydrogen, an alkyl group, an alkoxy group, an aryl group, an aryloxy group, a heterocycle radical, a

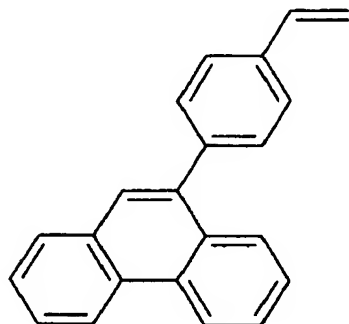
halogen atom, and the amino group can be used for the substituent of X11-X19. It is desirable that it is especially an alkyl group, an alkoxy group, and an aryl group, and it is desirable that they are hydrogen, an alkyl group, and an aryl group especially.

[0041]

The vinyl monomer guided from the phenanthrene structure shown in a formula (1) and a formula (2) can choose the structure for obtaining required vinyl polymer as arbitration. It is desirable to choose the vinyl monomer structure especially shown in following \*\* 7 --izing 24.

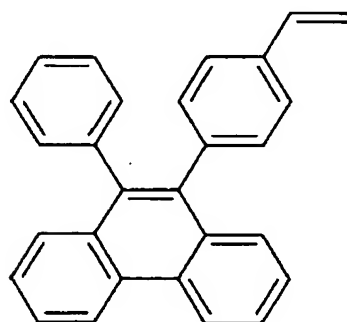
[0042]

[Formula 7]



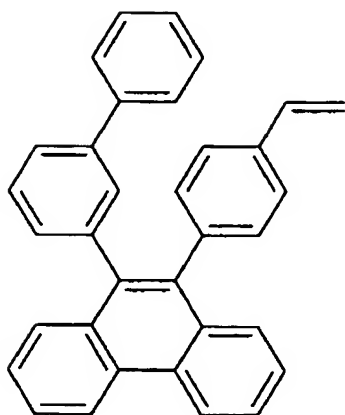
[0043]

[Formula 8]

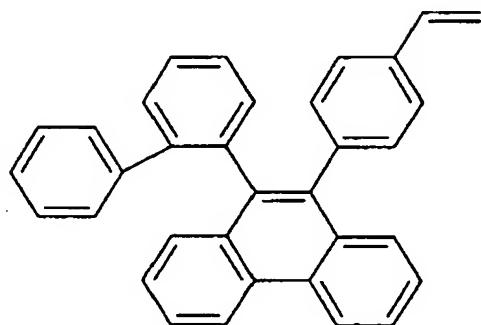


[0044]

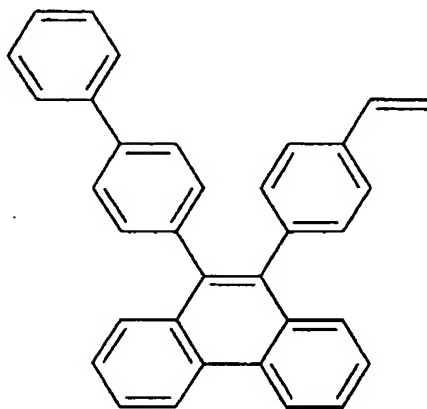
[Formula 9]



[0045]  
[Formula 10]

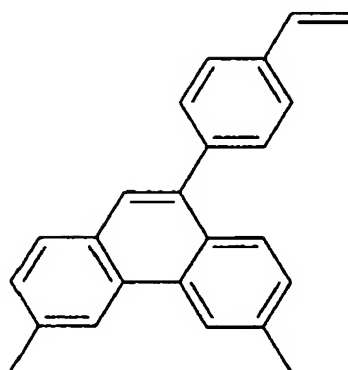


[0046]  
[Formula 11]



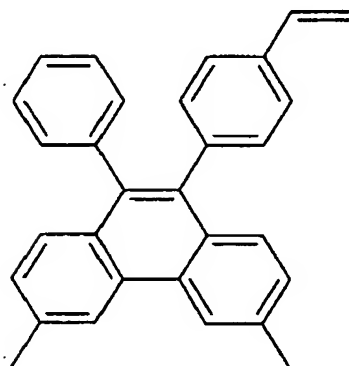
[0047]

[Formula 12]



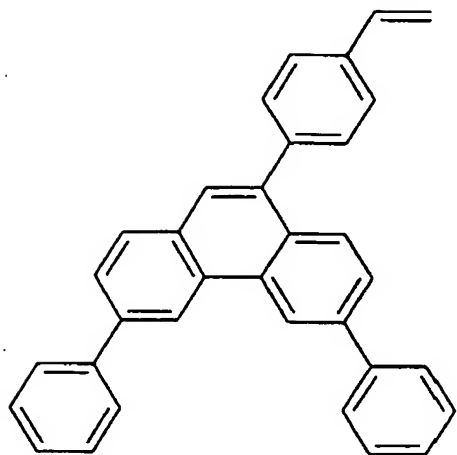
[0048]

[Formula 13]

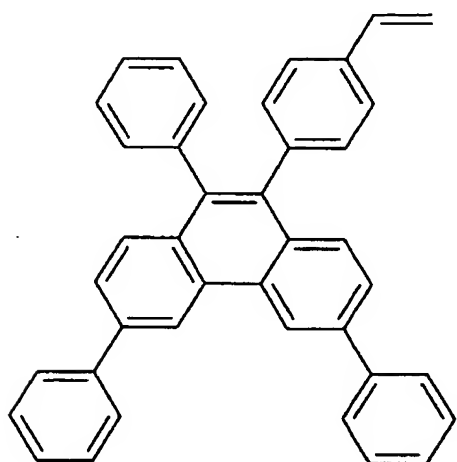


[0049]

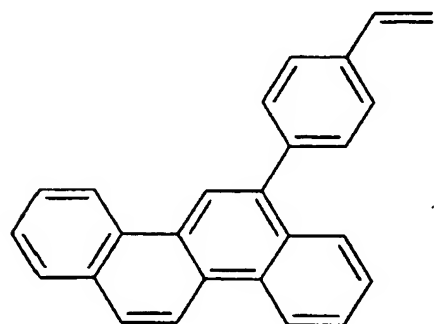
[Formula 14]



[0050]  
[Formula 15]

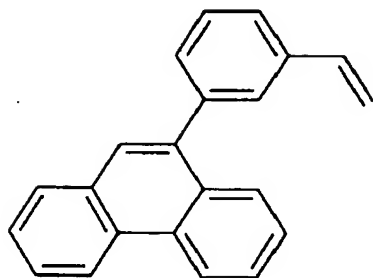


[0051]  
[Formula 16]



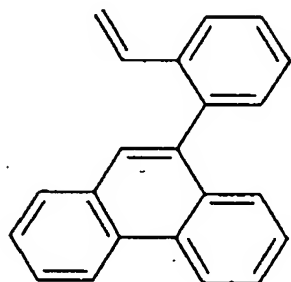
[0052]

[Formula 17]



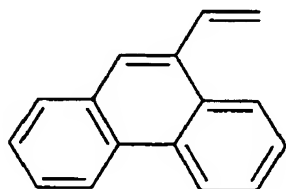
[0053]

[Formula 18]



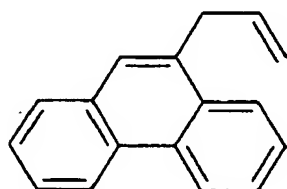
[0054]

[Formula 19]



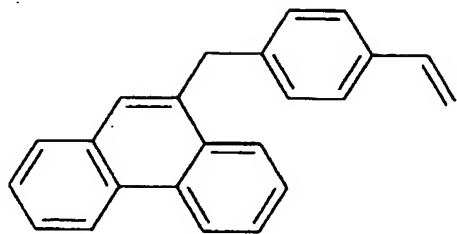
[0055]

[Formula 20]



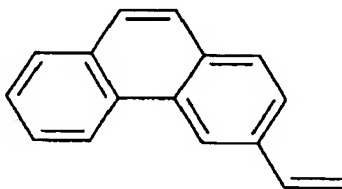
[0056]

[Formula 21]



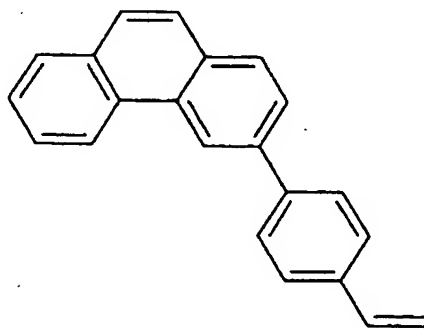
[0057]

[Formula 22]



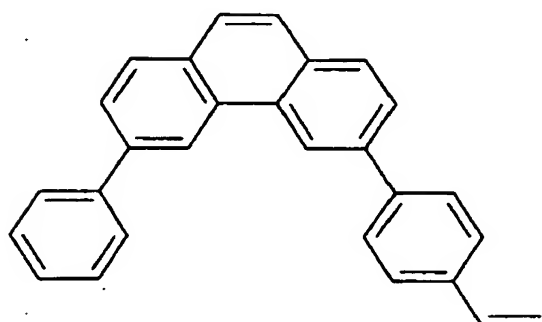
[0058]

[Formula 23]



[0059]

[Formula 24]



[0060]

The polymerization of the vinyl monomer including either above \*\* 7 or - the-izing 24 can be carried out, and the vinyl polymer used for the organic EL device of this invention can obtain it. This vinyl polymer may be a homopolymer or may be a copolymer. A copolymer may choose and carry out [ from ] the polymerization of two or more different monomers among the vinyl monomers of above \*\* 7 --izing 24. Or the polymerization of the vinyl monomer of above \*\* 7 - the-izing 24 and the vinyl monomer of the structure except being shown in \*\* 7 --izing 24 may be carried out.

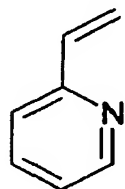
[0061]

What is necessary is just to choose the vinyl monomer of structures other than above \*\* 7 --izing 24 according to the property of a required polymer. For example, when producing the vinyl polymer which can be used as a charge transportation layer, the monomer which has hole transportability and electronic transportability in the vinyl polymer of this invention can be added at a suitable rate.

When raising the electronic transportability of a polymer, from 2-vinylpyridine shown in \*\* 25, the 4-vinylpyridine shown in \*\* 26, 1-vinylimidazole shown in \*\* 27, it can choose suitably and can add.

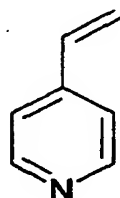
[0062]

[Formula 25]



[0063]

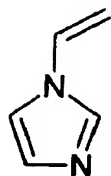
[Formula 26]



[0064]

[Formula 27]



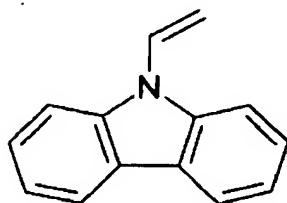


[0065]

Moreover, when raising hole transportability, N-vinylcarbazole shown in \*\* 28, - diphenylamine shown in \*\* 29 (4-vinyl phenyl) can be added suitably.

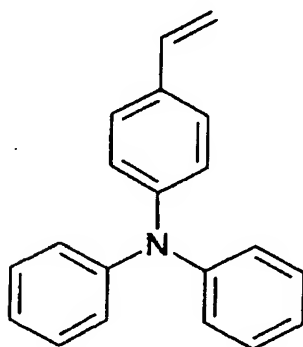
[0066]

[Formula 28]



[0067]

[Formula 29]



[0068]

the above-mentioned charge transportability monomer -- comparatively -- being alike -- although there is especially no limitation -- the monomer whole -- receiving -- 1-50-mol% -- it is preferably [ 1-30 mol% of ] desirable. If it is the above-mentioned rate, the outstanding properties which the vinyl monomer of this invention has, such as a high fluorescence quantum yield, can be harnessed. Although the vinyl monomer used for the organic EL device of this invention has a bipolar property fundamentally, it becomes possible [ bringing the impregnation balance of a hole and an electron close to 1:1 infinite ] by copolymerizing at a charge transportability monomer and an above-mentioned rate. Therefore, fine tuning of a component property is attained and reinforcement can be attained.

[0069]

By using the Suzuki coupling process, the vinyl monomer of this invention can be compounded without affecting a vinyl group, and can compound various monomers easily.

[0070]

The vinyl polymer used for the organic EL device of this invention can be easily compounded with a well-known polymerization method, also when the above-mentioned vinyl monomer is used alone, and also when [ both of ] it mixes with other vinyl monomers and uses if needed. A polymerization method can be suitably chosen from a radical polymerization method, a cationic polymerization method, an anionic polymerization method, etc. The molecular weight of the vinyl polymer after a polymerization reaction becomes 10,000 to about 100,000 as weight average molecular weight.

[0071]

The property of a polymer can be adjusted also by adding various dopants suitably to the vinyl polymer of this invention besides the approach of combining the above-mentioned charge transportability monomer with the monomer of this invention. For example, since an efficient and stable blue luminous layer and a phosphorescence luminous layer are obtained easily, the approach of forming a blue luminous layer and a phosphorescence luminous layer by dopant addition to the vinyl polymer of this invention is very more desirable than the conventional luminous layer and conventional pi conjugation mold by vacuum deposition. Therefore, the vinyl polymer of this invention can be suitably used as a host ingredient of the luminous layer of an organic EL device.

[0072]

## 2. Organic EL Device

The vinyl polymer of this invention is dissolved in a solvent, and the organic layer of an organic EL device can be easily formed by the applying method. Therefore, compared with the conventional vacuum deposition, the luminous layer of the organic EL device of a molecular dispersion mold is easily producible with a simple facility.

Hereafter, the gestalt of desirable operation of an organic EL device is explained.

[0073]

The sectional view in 1 operation gestalt of the organic EL device of this invention is shown in drawing 1. An organic EL device can be carried out as a configuration to which the laminating of the 3/cathode 4 of 2/organic layers of 1/anode plates of substrates was carried out one by one. A laminating configuration can choose the optimal configuration, such as making an anode plate and cathode reverse, according to the gestalt of operation of this invention, for example, the specification and production process of a display.

[0074]

As for the organic layer 3, it is desirable that the luminescent material which has the above-mentioned vinyl polymer is included. Luminescent material means the vinyl polymer which added the dopant for luminescence here. The organic layer 3 may be formed only from luminescent material, and may mix and form luminescent material and ingredients other than luminescent material. Moreover, the laminated structure of luminescent material and ingredients other than luminescent material may be formed. The low molecular weight compound and high molecular compound whose ingredients other than luminescent material are for example, hole transportability and electronic transportability can be used. For example, the inorganic material which has hole transportability and electronic transportability may be used.

[0075]

As for an anode plate 2, it is desirable that a hole impregnation electrode is mainly included, and, as for cathode 4, it is desirable that an electron injection electrode is mainly included. These electrode materials can be suitably chosen from a well-known inorganic material and a well-known organic material. It is desirable that the insulating layer 6 is formed between an anode plate 2 and the organic layer 3. At this time, by covering parts other than the luminescence field of an anode plate 2 by the insulating layer 6, luminescence area can be controlled and a blot of a color can be suppressed.

[0076]

Hereafter, the case where it is the configuration that the laminating of the 3/cathode 4 of 2/organic layers of 1/anode plates of substrates was carried out one by one in 1 operation gestalt of this invention, and is the luminous layer to which the organic layer 3 added the blue luminescence dopant or the phosphorescence luminescence dopant to vinyl polymer is explained to a detail.

[0077]

(Substrate ingredient)

An amorphous substrate, a crystal substrate, a metal substrate, etc. can be used for the substrate 1 of the organic EL device of this invention. Glass, a quartz, etc. can be used for an amorphous substrate. Si, GaAs, ZnSe, ZnS, GaP, InP, etc. can be used for a crystal substrate. Mo, aluminum, Pt, Ir, Au, Pd, SUS, etc. can be used for a metal substrate. The thin film of a crystalline substance, an amorphous ceramic and a metal, or the organic substance etc. may be formed and used for these substrates.

[0078]

To make a substrate 1 into an optical drawing side, light transmission nature is required for a substrate 1. In this case, it is desirable to, use transparence substrates, such as a quartz and glass, for example. Especially glass is cheap and very desirable. The color conversion film which contains for example, the color filter film and the fluorescence matter for adjustment of coloring light, or the dielectric reflective film may be prepared in glass.

[0079]

(Anode plate: Hole impregnation electrode)

An anode plate 2 is formed in a substrate 1 with this operation gestalt. Since an anode plate 2 functions as a hole impregnation electrode in an organic EL device, its ingredient which can pour in a hole efficiently to the organic layer 3 is desirable. Moreover, in the case of the multilayer structure in which the organic layer 3 has an inorganic hole impregnation transportation layer, an organic hole impregnation transportation layer, etc., the ingredient which can pour in a hole efficiently to these transportation layer is desirable. As for the ingredient of an anode plate 2, it is desirable that a work function is 4.5eV - 5.5eV in view of these.

[0080]

Generally with an organic EL device, a substrate 1 side is made into an optical drawing side in many cases. In that case, the anode plate 2 prepared on the substrate 1 is asked for high light transmission nature. As for the light transmittance of an anode plate 2, it is especially desirable that the permeability in the wavelength of RGB each color which is the luminescence wavelength band of an organic EL device is 50% or more, that it is 80% or more preferably, and that it is 90% or more still more preferably 400-700nm. If permeability is low, luminescence of a luminous layer 3 will decline and brightness required for image display will not be obtained.

[0081]

As an ingredient of the anode plate 2 where light transmittance is high, various oxide transparence electric conduction film can be chosen and used. The oxide transparence electric conduction film has indium oxide (In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), the tin oxide (SnO<sub>2</sub>) and a zinc oxide (ZnO), tin dope indium oxide (ITO), desirable zinc dope indium oxide (IZO), etc. Since a thin film with the uniform specific resistance within a field is obtained easily, especially ITO is very desirable. In ITO Receiving SnO<sub>2</sub> 1 - 20 % of the weight of a mixing ratio is desirable, and its further 5 - 12 % of the weight is desirable. Moreover, when using IZO, it is In<sub>2</sub>O<sub>3</sub> in IZO. The mixing ratio of receiving ZnO has 12 - 32 desirable % of the weight. Although these oxides transparence electric conduction film can be used as a thin film of a simple substance, the mixture thin film which considers any one kind of the oxide transparence electric conduction object as the main presentation may be formed and used for it.

[0082]

The presentation of the oxide transparence electric conduction film may be somewhat deflected from stoichiometric composition. For example, ITO is usually In<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and SnO<sub>2</sub>. Although contained with stoichiometric composition, in the case of this operation gestalt, the amount of O may be deflecting somewhat. In InO<sub>x</sub>-SnO<sub>y</sub>, x can make 1.0-2.0y the range of 0.8-1.2.

A work function can be adjusted to the oxide transparence electric conduction film by adding transparent dielectrics, such as silicon oxide (SiO<sub>2</sub>). For example, when using ITO for an anode plate, it is about [ 0.5-10mol% ] SiO<sub>2</sub> to ITO. By adding, the work function of ITO is increased and it can consider as the range of the above-mentioned desirable work function.

[0083]

As for the thickness of an anode plate 2, it is desirable to determine in consideration of above-mentioned light transmittance. Especially in the case of the oxide transparence electric conduction film of this operation gestalt, it is desirable that 50-500nm of thickness is the range which is 50-300nm. If thickness exceeds 500nm, while light transmittance falls, the exfoliation from a substrate 1 may occur. When thickness is less than 50nm, sufficient light transmission nature is obtained, but while the hole injection efficiency to the organic layer 3 falls, film reinforcement will fall. In addition, when a cathode 4 side is made into an optical drawing side, it is

necessary to satisfy the above-mentioned optical conditions and thickness conditions of a hole impregnation electrode in cathode 4.

[0084]

(Insulating layer)

It is desirable after formation of an anode plate 2 to form an insulating layer 6. The ingredient of an insulating layer 6 can be suitably chosen from a common insulator layer ingredient, for example, SiO<sub>2</sub>, aluminum 2O<sub>3</sub>, etc., and can be used. The thickness of an insulating layer 6 has desirable about 1-7 micrometers. Into the part equivalent to the luminescence field of an insulating layer 6, it is desirable to prepare opening by the technique of a photolithography and etching. The organic upside layer 3 and the electric conduction of an anode plate 2 are secured by this opening.

[0085]

(Organic layer)

As for the organic layer 3, it is desirable to constitute as a core the luminous layer which added the dopant for luminescence etc. to vinyl polymer including the phenanthrene structure explained above if needed. With this operation gestalt, the luminous layer of the organic layer 3 was taken as the vinyl polymer which added the blue luminescence dopant or the phosphorescence luminescence dopant to vinyl polymer including the phenanthrene structure of this invention supposing the blue light emitting device layer and the phosphorescence light emitting device layer.

[0086]

2, 3, 7, 8, 12, 13, 17, 18-OKUTA ethyl-21H23H-porphyrin platinum (PtOEP), etc. which are the iridium complex represented by for example, tris (2-phenyl pyridine) iridium (Ir3 (ppy)) and a platinum complex with a porphyrin ring as a phosphorescence luminescence dopant can be used for the dopant for luminescence added to vinyl polymer in this operation gestalt. Moreover, for example, a tetra-phenyl butadiene and its derivative, a styryl amine derivative, a fluoranthene derivative, etc. can be used as a blue luminescence dopant. The rate of the dopant for luminescence has about 1 - 15 desirable % of the weight to the vinyl monomer before a polymerization.

[0087]

The organic layer 3 can be formed combining a luminous layer ingredient and the high molecular compound of charge transportability. For example, an electronic transportability ingredient, a hole transportability ingredient, etc. can be used for such a high molecular compound.

[0088]

The combination of a luminous layer ingredient and the high molecular compound of charge transportability has the approach of adding a charge transportability ingredient to a luminous layer, and forming the organic layer 3 in it. PVK, its mixture, etc. can be used for the high molecular compound of the charge transportability added to a luminous layer as for example, a hole transportability ingredient.

Moreover, the organic layer 3 can also be formed according to the multilayer structure of a luminous layer and a charge transportability ingredient. For example, it can consider as a laminated structure like a hole transportation ingredient layer / luminous layer / electronic transportation ingredient layer. In the case of such a laminated structure, it is desirable that an anode plate 2, i.e., a hole impregnation electrode, and a hole transportation ingredient layer are the configurations that cathode 4, i.e., an electron injection electrode, and an electronic transportation ingredient layer touch, respectively.

For example, polyethylene dioxythiophene / polystyrene sulfonate (PEDOT/PSS), the poly aniline / polystyrene sulfonate (Pani/PSS), or such mixture can be used for the hole transportability ingredient which forms a luminous layer and multilayer structure. Moreover, as an electronic transportability ingredient, it is independent or the poly quinoxaline, the poly quinoline, etc. can be used with mixture, for example.

[0089]

The polymeric materials of the charge transportability illustrated above are widely used as the electron injection layer and electronic transportation layer of an organic EL device, or a hole impregnation layer and a hole transportation layer. These many usually have about 5000 to 3 million molecular weight 5000 or more with weight average molecular weight Mw.

[0090]

The low-molecular ingredient other than the above-mentioned polymeric materials can also be used for the

charge transportability ingredient combined with a luminous layer. A low-molecular ingredient can be added to a luminous layer like the above-mentioned polymeric materials. Or the laminated structure of a low-molecular ingredient and a luminous layer can also be formed. As for a low-molecular ingredient, it is desirable to perform suitable selection according to the purpose as a hole transportability ingredient as an electronic transportability ingredient.

The low-molecular ingredient used as a hole transportability ingredient can be suitably chosen from for example, a pyrazoline derivative, an arylamine derivative, a stilbene derivative, a triphenyl diamine derivative, etc.

Moreover, the low-molecular ingredient used as an electronic transportability ingredient For example, an OKISA diazole derivative, anthra quinodimethan, and its derivative, A benzoquinone and its derivative, a naphthoquinone and its derivative, anthraquinone, and its derivative, Tetracyano ANSURA quinodimethan and its derivative, a fluorene, and its derivative, It can choose from diphenyl dicyano ethylene and its derivative, a diphenylquinone derivative, 8-hydroxyquinoline and its derivative, a phenanthroline, its derivative, the metal complex that made these compounds the ligand suitably. In addition, about such a low-molecular ingredient and its use gestalt, the technique of an indication can be used for JP,63-70257,A, JP,63-175860,A, JP,2-135359,A, JP,2-135361,A, JP,2-209988,A, JP,3-37992,A, JP,3-152184,A, etc., for example.

[0091]

(Use as a carrier block layer)

By carrying out a laminating to other luminous layers etc., the organic layer containing the vinyl polymer of this operation gestalt can be used as a carrier block layer. The ingredient of a carrier block layer has the desirable ingredient which has a big work function and a large band gap. The vinyl polymer of this invention has the big work function (it is 6.2eV at the polymer of the compound of \*\* 7) especially compared with the work function (about 5.2-5.9eV) of the usual organic material. Moreover, the band gap of the vinyl polymer of this invention has the big value compared with the band gap (about 2.0-3.0eV) of the usual organic material of 3.2eV or more. Therefore, it can use suitably as a carrier block layer.

[0092]

The vinyl polymer of this operation gestalt can be especially used preferably as a hole block layer, although it can use also as a hole and a carrier block layer to electronic any. Usually, although used with a polymer simple substance, the compound which the organic layer described by the way may be added for adjustment of carrier block capacity. Moreover, luminescence from a luminous layer and two layers in all which carried out the laminating can also be obtained by adding a luminescent dopant and considering as a carrier block layer-cum-a luminous layer.

[0093]

(Spreading formation of an organic layer)

The organic layer 3 can dissolve the vinyl polymer of this invention, and can form it using the suitable applying method.

The vinyl polymer of this invention dissolves, and the solvent used in spreading of the organic layer 3 will not be limited especially if a failure does not arise on the occasion of spreading. For example, it can choose from the organic solvent by which the alcoholic system, the hydrocarbon system, the ketone system, the ether system, etc. are generally used abundantly as a solvent suitably, and can use. For example, chloroform, a methylene chloride, a dichloroethane, a tetrahydrofuran, toluene, a xylene, a cyclohexanone, dimethylformamide, N-methyl pyrrolidone, etc. are desirable. Polymeric materials can be dissolved 0.1% of the weight or more to these solvents, although based also on the structure and molecular weight.

The method of application of a common organic solvent or a coating can be used for the method of applying the organic layer 3. For example, it can choose from the applying methods, such as a spin coat method, a spray coating method, a dip coating method, the ink jet method, and print processes, suitably.

[0094]

After forming an organic layer by the applying method, in order to remove a solvent, in the bottom of reduced pressure, or an inert gas ambient atmosphere, it is desirable to carry out stoving at the temperature of 60-100 degrees C preferably 30-200 degrees C.

Especially the thickness of the organic layer 3 after desiccation is not limited. Although it changes also with formation approaches, it is usually desirable to be especially referred to as 10-300nm about 5-500nm. When a

hole, or an electronic impregnation layer and an electronic transportation layer is prepared to a luminous layer and it constitutes the organic layer 3, the thickness of 0.1nm or more and a transportation layer has [ the thickness of an impregnation layer ] desirable 1nm or more. The upper limit of the thickness of an impregnation layer or a transportation layer is usually about 500nm in an impregnation layer in about 50nm and a transportation layer. By making thickness of an impregnation layer or a transportation layer into this range, the charge impregnation capacity to the mobility or the luminous layer of a desirable charge can be acquired.

[0095]

(Cathode)

The cathode 4 prepared in contact with the organic layer 3 functions as an electron injection electrode. This electron injection electrode can be formed as a layered product of an inorganic electron injection layer and an auxiliary electrode. Moreover, it can also form as a layered product of the spreading film and auxiliary electrode of an organometallic complex. Or it can also form as a layered product of the spreading film and auxiliary electrode of a metal salt. When using the spreading film of an organometallic complex or a metal salt, an electron injection layer can be easily formed with a spin coat method etc.

[0096]

(Cathode: Inorganic electron injection layer)

As for the inorganic electron injection layer of an electron injection electrode, it is desirable to choose the ingredient of a low work function so that the electron injection to an organic material may become easy. For example, alkali metal, alkaline earth metal, or an alkali halogenide can be used.

[0097]

Li, Na, K, Cs, etc. can be used for alkali metal. calcium, Sr, Ba, etc. can be used for alkaline earth metal. In addition, for example, alkali metal and alkaline earth metal, such as Mg, La, Ce, Sn, Zn, and Zr, and a metal with a near property can also be used. Also in the above-mentioned metal, since especially calcium is a low work function, it is very desirable. The thickness of an inorganic electron injection layer should just be the thickness which can fully pour in an electron to the organic layer 3. 0.1-100nm is desirable and further 1.0-50nm is more desirable.

[0098]

Although an ingredient can be suitably chosen when using an alkali halogenide for an inorganic electron injection layer, LiF, CsI, etc. are desirable, for example. The thinner one of the thickness of an alkali halogenide is desirable so that an electron can fully be poured in to the organic layer 3, and its 10nm or less is desirable. One more nm or less is more desirable.

[0099]

As for each above inorganic layer, it is desirable to use as a layered product with an auxiliary electrode. Although a common metal can be used since an auxiliary electrode does not need to have electron injection nature with the high need of being a low work function, the easy metal of handling with high conductivity is desirable. For example, one sort, two sorts or more, or these alloys can be chosen, and metals, such as aluminum, Ag, In, Ti, Cu, Au, Mo, W, Pt, Pd, and nickel, can be used. Especially, aluminum and Ag are desirable.

[0100]

(Cathode: Electron injection layer by the spreading film of an organometallic complex)

An electron injection layer can also be formed using the spreading layer of an organometallic complex. Since the spreading layer of an organometallic complex can form an electron injection layer easily by the applying methods, such as a spin coat method, it is desirable.

[0101]

For example, beta-JIKETONATO complex, a quinolinol complex, etc. can be used for an organometallic complex. Especially if the metal of an organometallic complex is a metal of a low work function, it will not be limited, for example, it can use alkali metal and alkaline earth metal. Li, Na, K, Cs, etc. can be used for alkali metal. Moreover, calcium, Sr, Ba, etc. can be used for alkaline earth metal. In addition, a metal with a near property, for example, Mg, La, Ce, Sn, Zn, Zr, etc., can be suitably chosen as alkali metal or alkaline earth metal, and they can also be used for them.

[0102]

These organometallic complexes can be mixed with the polymer ingredient of the electronic transportability of

this appearance, and can also be applied. In that case, since an electrical property and adhesion with the organic layer 3 can be raised, it is very desirable.

The thinner one of the thickness after desiccation of the spreading layer of an organometallic complex is desirable so that electron injection can fully be performed to the organic layer 3, and generally 10 nm or less has desirable 10 nm or less.

[0103]

It is desirable to prepare an auxiliary electrode further on the organometallic complex layer after spreading and desiccation. By preparing an auxiliary electrode, the electron injection effectiveness to the organic layer 3 is securable. Moreover, invasion of the moisture or organic solvent to the organic layer 3 or an organometallic complex layer can be prevented.

The ingredient of an auxiliary electrode can choose the optimal ingredient suitably according to adhesion with the ingredient of an organometallic complex, the property of the electron injection electrode made into the purpose, etc. For example, if metals of low resistance, such as aluminum, are used, high electron injection effectiveness is securable. Or if metallic compounds, such as TiN, are used, high closure nature will be obtained.

[0104]

There is especially no limit in the thickness which set the electron injection layer and the auxiliary electrode, i.e., the thickness of the cathode 4 whole which is an electron injection electrode. In order that the thickness of the cathode 4 whole may supply an electron to the organic layer 3, the thickness of the cathode 4 whole should just usually be about 50-500 nm that what is necessary is just sufficient thickness. To the layer of an organometallic complex, if an auxiliary electrode is too thin, the above-mentioned effectiveness will not be acquired, and the step coverage nature of an auxiliary electrode becomes low, and connection with a terminal electrode becomes less enough. On the other hand, since the stress of an auxiliary electrode will become large if an auxiliary electrode is too thick, the growth rate of a dark spot will become quick.

[0105]

(Cathode: Electron injection layer by the spreading film of a metal salt)

Since the approach of forming an electron injection layer using the spreading layer of a metal salt can also form an electron injection layer easily by the applying methods, such as a spin coat method, it is desirable. This metal salt can also use which of an organic metal salt and an inorganic metal salt. For example, the organic metal salt or the inorganic metal salt containing metals, such as Ag, aluminum, Au, Be, Bi, Co, Cu, Fe, Ga, Hg, Ir, Mo, Mn, Nb, nickel, Os, Pb, Pd, Pt, Re, Ru, Sb, Sn, Ti, Zr, and W, can be used. Although there is especially no limit in the gestalt of a metal salt, a permutation or unsubstituted aliphatic series carboxylate, bivalence carboxylate, aromatic series carboxylate, an alcoholate, a phenolate, a halogenide, a dialkyl amide, etc. can be used, for example.

[0106]

All of saturation aliphatic carboxylic acid and partial saturation aliphatic carboxylic acid can use the aliphatic carboxylic acid of aliphatic series carboxylate. The thing of aliphatic carboxylic acid of carbon numbers 1-24 is desirable. An acetic acid, a propionic acid, octylic acid, iso octylic acid, a decanoic acid, a lauric acid, etc. are mentioned, and oleic acid, ricinoleic acid, a ricinoleic acid, etc. can be used for the residue of saturation aliphatic carboxylic acid as partial saturation aliphatic series carvone acid residue.

[0107]

The bivalence carboxylic acid of bivalence carboxylate can be suitably chosen from a citric acid, an apple acid, oxalic acid, etc., and can be used.

[0108]

The salt of benzoic acids, such as a benzoic acid, an o-tert-butyl benzoic acid, a m-tert-butyl benzoic acid, a p-tert-butyl benzoic acid, a salicylic acid, m-hydroxybenzoic acid, and para hydroxybenzoic acid, can be used for aromatic series carboxylate. Especially salicylate is desirable.

[0109]

An alcoholate is the metal salt of alcohol. As suitable alcohol to generate an alcoholate, from the third class alcohol, such as the second class alcohol, such as first-class alcohol, such as ethanol, n-propyl alcohol, and n-butyl alcohol, and isopropyl alcohol, and isobutyl alcohol, and tert.-butyl alcohol, it can choose suitably and can use.



[0110]

A phenolate is the metal salt of phenols. Phenols say a phenol, a naphthol, 4-phenylphenol, etc. As phenols, from a univalent phenol, a divalent phenol, etc., it can choose suitably (0-5 substituents, a straight chain or a branching alkyl group of C1-C8 as a substituent, etc.), and it can use, for example (0-4 substituents, a straight chain or a branching alkyl group of C1-C8 as a substituent, etc.).

[0111]

A salt with halogens, such as chlorine, a fluorine, a bromine, and iodine, can be used for a halogenide.

[0112]

In addition, it can mix with the polymer ingredient of the electronic transportability of this appearance, and these organometallic complexes and a metal salt can also be applied. In that case, since an electrical property and adhesion with the organic layer 3 can be raised, it is desirable.

[0113]

The thinner one of the thickness of the metal salt spreading layer after desiccation is desirable so that electron injection can fully be performed to the organic layer 3. It is desirable that 10nm or less is generally 1 morenm or less.

It is desirable to prepare an auxiliary electrode on the spreading layer of a metal salt. By preparing an auxiliary electrode, the electron injection effectiveness to the organic layer 3 is secured, and the moisture to the organic layer 3 or an electron injection layer or invasion of an organic solvent can be prevented. The ingredient of an auxiliary electrode can choose the optimal ingredient suitably according to adhesion with a metal salt, and the property of the electron injection electrode made into the purpose. For example, metallic compounds, such as low resistance metals, such as aluminum, and TiN, can be used.

[0114]

There is especially no limit in the thickness which set the electron injection layer and the auxiliary electrode, i.e., the thickness of the cathode 4 whole which is an electron injection electrode. In order that the thickness of the cathode 4 whole may supply an electron to the organic layer 3, the thickness of the cathode 4 whole should just usually be about 50-500nm that what is necessary is just sufficient thickness. If an auxiliary electrode is thin, the above-mentioned effectiveness will not be acquired, and the step coverage nature of an auxiliary electrode becomes low, and connection with a terminal electrode becomes less enough. On the other hand, if an auxiliary electrode is too thick, the stress of an auxiliary electrode will become large and the growth rate of a dark spot will become quick.

[0115]

(Closure processing)

Degradation of the organic layer 3 and an electrode can be prevented by closing the component which the laminating process ended with a closure plate etc. The closure can paste up a closure plate on a component using adhesive resin, and can perform it. At this time, contact to the closure plate 5 and a layered product can be prevented by pasting up through a spacer 7.

It is desirable to fill up a gap with the closure plate 5, a component, and a spacer 7 with closure gas. this closure gas is inert gas -- desirable -- Ar, helium, and N<sub>2</sub> etc. -- it is desirable. [ for example, ] The moisture content in closure gas is 100 ppm. It is 10 ppm more preferably hereafter. It is especially 1 ppm hereafter. The following is desirable. It is 0.1 ppm although there is no lower limit in the moisture content in closure gas. If it is extent, the degradation prevention effectiveness of the organic layer 3 of a component or each electrode is very desirable highly.

[0116]

### 3. Organic Electroluminescence Display

By arranging two or more organic EL devices of this invention on a flat surface, a long lasting organic electroluminescence display can be obtained by high brightness. The desirable operation gestalt of the organic electroluminescence display of this invention can take into consideration and determine brightness required for the display product currently assumed, a life, power consumption, cost, etc. The organic EL device of this invention can be used for the full color display of the active drive which used poly-Si TFT etc. Or it can also be used for the so-called display of a passive drive.

[0117]

carry out using what kind of drive approach for a full color display -- it is necessary to form the light emitting



device of red, green, and blue (RGB) in three primary colors by a certain approach. The well-known full color method of presentation, for example, a RGB 3 color juxtaposition method, a white luminescence method, a color conversion method, etc. can use the organic EL device of this invention for all.

[0118]

A RGB 3 color juxtaposition method is the approach of making the light emitting device of RGB 3 color emitting light, respectively. Moreover, a white luminescence method is a method of white luminescence with the 3 color color filter used for a liquid crystal display etc. which cuts and indicates the wavelength by full color in part. A color conversion method is a method which excites the fluorochrome of three colors by light luminescence of a high energy line. In the case of a color conversion method, blue luminescence of organic electroluminescence is used for an excitation light energy line, the phosphor screen of green and red is excited respectively, and red light and green light are obtained in many cases. Since blue changes to green or red, it is called the color conversion method. In the case of a white luminescence method or a color conversion method, it is not necessary to prepare the light emitting device of three colors, light emitting device formation is simplified, and it can respond also to large area-ization easily.

[0119]

The organic EL device of this invention can be used for all the above-mentioned methods of presentation by choosing suitably the coloring matter dopant added to a luminous layer. For example, since the efficient blue light emitting device of high brightness is obtained easily, the organic EL device of this invention can be used very preferably as the excitation light source of a color conversion method. Moreover, since the polymeric materials of this invention are desirable as a host ingredient of a phosphorescence luminescence dopant, they can be used also for the organic electroluminescence display of the RGB 3 color juxtaposition method by phosphorescence luminescence very preferably. Here, as 1 desirable operation gestalt of this invention, it is a passive drive mold and the organic electroluminescence display of a color conversion method which uses a blue light emitting device for the excitation light source is explained. One of the desirable operation gestalten of the organic electroluminescence display of this invention is shown in the block diagram of drawing 2.

[0120]

When forming the organic electroluminescence display of a passive drive mold like this operation gestalt, it is desirable to form stripe-like an anode plate 2 and cathode 4 so that it may intersect perpendicularly on a light emitting device. In this case, a hole transportation layer can be prepared in an anode plate 2, and an electron transportation layer can be prepared in cathode 4.

[0121]

The substrate 1 in this operation gestalt has desirable transparency thru/or translucent ingredient of glass, a quartz, resin, etc., etc. To a substrate, it is desirable to control the luminescent color for example, using the fluorescence conversion filter film.

[0122]

The fluorescence conversion filter film is film which absorbs the light of EL luminescence, is made to emit light from the fluorescent substance in the fluorescence conversion film, and performs color conversion of the luminescent color, and, generally contains a binder, a fluorescence ingredient, a light absorption ingredient. As for these, what can perform detailed patterning by the photolithography, printing, etc. is desirable. Moreover, the ingredient which does not receive a damage at the membrane formation process of ITO is desirable.

[0123]

A fluorescence quantum yield is the high matter and a fluorescence ingredient has the desirable matter with strong light absorption in the luminescence wavelength field of a light emitting device like laser coloring matter. For example, the phthalocyanine system compound containing a rhodamine system compound, a perylene system compound, a cyanine system compound, subphthalocyanine, etc., a naphthalene imide system compound, a condensed-ring hydrocarbon system compound, a condensation heterocycle system compound, a styryl system compound, a coumarin system compound, etc. can be used. It can choose suitably and a binder can be used, if it is the ingredient which does not quench fluorescence. As for a light absorption ingredient, it is desirable to use, when the light absorption of a fluorescence ingredient is insufficient, and it is desirable to choose the ingredient which does not quench the fluorescence of a fluorescence ingredient.

[0124]

Moreover, if the color filter which cuts the outdoor daylight of short wavelength which the ingredient of an organic EL device and the fluorescence conversion filter film absorb is chosen and it combines with the fluorescence conversion filter film, the lightfastness and display contrast of a component can be raised. As for the fluorescence conversion filter film, it is desirable to form red filter layer 13a and green filter layer 13b in substrate 1 front face of the location which hits at the intersection of an anode plate 2 and cathode 4. The fluorescence conversion filter film is not formed in the part of blue luminescence field 13c. Three electrode intersections, red filter layer 13a, green filter layer 13b, and blue luminescence field 13c, are equivalent to 1 pixel of a display. By the technique of a photolithography, patterning of the fluorescence conversion filter film can be carried out, and this configuration can form it.

[0125]

An anode plate 2 is formed in the shape of a stripe after the pattern formation of the fluorescence conversion filter film. The quality of the material and the configuration of an anode plate 2 can use the configuration of the operation gestalt of an organic EL device as it is. the technique of the photolithography after the stripe-like anode plate 2 forms for example, the ITO film combining a hole impregnation layer, a hole transportation layer, etc. if needed -- patterning -- etching processing can be carried out and it can form.

[0126]

After forming an anode plate 2, it is desirable to form an insulating layer 6. After an insulating layer 6 forms SiO<sub>2</sub>, aluminum 2O<sub>3</sub>, etc., it is desirable to prepare opening in the parts of 13a-13c used as a luminescence field by the technique of a photolithography.

[0127]

The organic layer 3 is formed on the substrate 1 which formed the anode plate 2 and the insulating layer 6. At this time, it is desirable to form the organic layer 3 with a spin coat method. The ingredient and configuration which were explained in the desirable operation gestalt of an organic EL device can be used for the organic layer 3. Patterning of the organic layer 3 can be carried out using the technique of a photolithography etc.

[0128]

Cathode 4 is formed after formation of the organic layer 3 is completed. Cathode 4 can use the ingredient and configuration which were explained in the desirable operation gestalt of an organic EL device. As for cathode 4, in the case of the organic electroluminescence display of a passive drive, it is desirable like this operation gestalt to consider as the shape of a stripe which crosses perpendicularly to an anode plate 2. As for an anode plate 2 and cathode 4, at this time, it is desirable to form like drawing 2, so that it may intersect perpendicularly on each light emitting device.

[0129]

Then, it is desirable to form a spacer 7. The configuration explained in the desirable operation gestalt of the above-mentioned organic EL device can be used for a spacer 7. It is desirable after spacer formation to close a component by the almost same approach as the desirable operation gestalt of an organic EL device.

[0130]

The drive of the organic EL device on a display can use suitably the drive approaches, such as a direct-current drive, a pulse drive, and an alternating current drive. As for applied voltage, about 2-30V is usually desirable. The power feeder style 8 is connected to an anode plate 2. As for the power feeder style 8, it is desirable to connect with an anode plate 2 and to supply a current or an electrical potential difference to a component as a direct current, an alternating current, or a pulse. As for the switching device 10, it is desirable to connect with cathode 4 and to supply the flashing signal of an organic EL device 9. As for the power feeder style 8 and the switching device 10, being controlled by the control-logic circuit 12 is desirable. The power feeder style 8, the switching device 10, and the control-logic circuit 12 can be unified as a drive system 11 which controls the display of an organic electroluminescence display.

[0131]

Since the organic EL device by the operation gestalt of this invention explained above can produce the blue light emitting device of the high life in the high brightness which is not in the former, it can obtain the organic electroluminescence display which has the display capabilities which were long lasting and were excellent. Moreover, the organic EL device of this invention can be used for various optical application devices, such as repeating installation in the transmission line of the optical pickup used for for example, memory read-out and the writing other than an organic electroluminescence display, and optical communication, and a photo coupler.

[0132]

[Example]

Hereafter, an example and the example of a comparison explain this invention concretely. the structure of the compound used in the example and the example of a comparison -- each -- it is shown in-izing 30 --izing 41. In addition, n in a structure expression and m are polymerization degree.

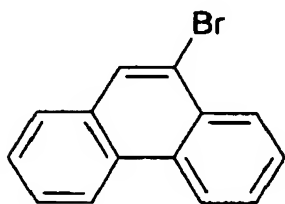
[0133]

(Example 1)

9-BUROMO phenanthrene 5.1 g (20mmol) and 3.3g (22mmol) of 4-vinyl phenyl boron acids and tetrakis triphenyl phosphino palladium ( $\text{Pd}4(\text{pph}_3)$ ) 0.6g were dissolved in the mixed solvent (toluene 40ml and ethanol 10ml) in nitrogen-gas-atmosphere mind, and the monomer solution was obtained. The structure expression of 9-BUROMO phenanthrene is shown in \*\* 30, and the structure expression of 4-vinyl phenyl boron acid is shown in \*\* 31, respectively.

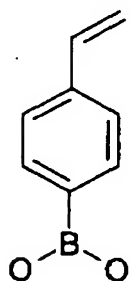
[0134]

[Formula 30]



[0135]

[Formula 31]

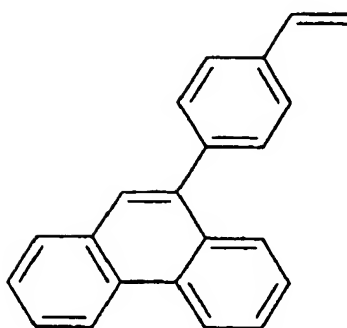


[0136]

20ml of sodium-carbonate water solutions of 2M was added to the obtained solution, and it was made to react at 90 degrees C for 24 hours. 9 which a column chromatography refines a product after an extract with the ether, and is a white solid-state -(4-vinyl phenyl)- Phenanthrene 3.6g was obtained. It is 9 to \*\* 32. -(4-vinyl phenyl)- The structure expression of a phenanthrene is shown.

[0137]

[Formula 32]



[0138]

The obtained solid-state is 9 shown in \*\* 32 using a nuclear magnetic resonance method (the NMR method), an infrared-absorbing analysis method (the IR method), and a mass-spectrum analysis method. -(4-vinyl phenyl)- It checked that it was the structure of a phenanthrene. Moreover, 9 -(4-vinyl phenyl)- The yield of a phenanthrene was 64%.

[0139]

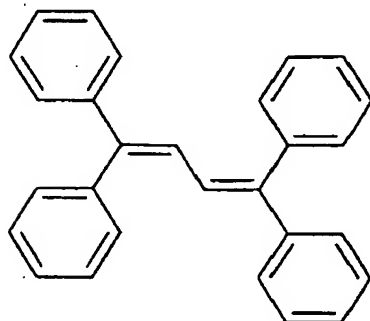
Next, above 9 -(4-vinyl phenyl)- 20mg was dissolved for the benzoyl peroxide (BPO) which is 2g and a radical polymerization initiator about a phenanthrene in the 15ml tetrahydrofuran (THF). In nitrogen-gas-atmosphere mind, at 70 degrees C, the obtained solution was held for 48 hours and carried out the polymerization reaction. It reprecipitated 3 times by using THF for a good solvent after reaction termination, and using a methanol for a poor solvent. Next, the poor solvent was replaced with ethyl acetate, it reprecipitated 3 times like the above, and the 1.81 g polymer was obtained. The weight average molecular weight of the obtained polymer was 52000.

[0140]

the obtained polymer -- toluene -- 2.0wt(s)% -- it dissolved and the polymer solution was obtained. Furthermore, to the monomer unit in a polymer, at a 3wt(s)% rate, the tetra-phenyl butadiene which is a blue luminescence dopant was added, and the luminous layer spreading solution was obtained. The structure expression of a tetra-phenyl butadiene is shown in \*\* 33.

[0141]

[Formula 33]



[0142]

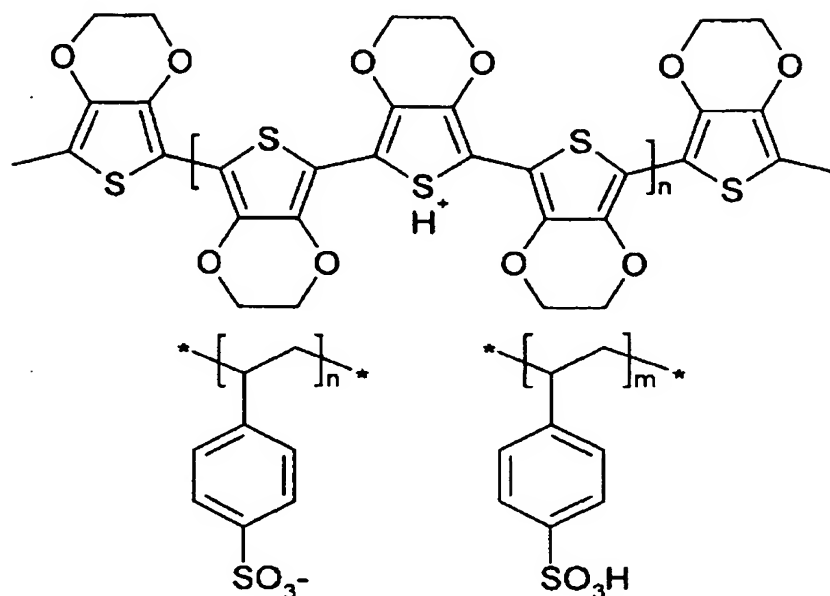
The organic EL device was produced in the following procedures using the obtained luminous layer spreading solution.

On the ITO substrate, polyethylene dioxythiophene / 50nm (PEDOT/PSS) of polystyrene sulfonate were formed with the spin coat method. After carrying out a vacuum drying at 80 degrees C for 1 hour, the above-mentioned luminous layer spreading solution was applied, and 100nm of luminous layers was formed. The structure

expression of PEDOT/PSS is shown in \*\* 34.

[0143]

[Formula 34]



[0144]

After carrying out a vacuum drying at 80 degrees C similarly for 1 hour, 250nm vacuum deposition of 0.6nm and the aluminum was carried out, LiF was used as cathode, the closure was carried out, and the organic EL device was produced. Blue luminescence resulting from a tetra-phenyl butadiene was checked, and the current efficiency of 1.7 cd/A was acquired from this device at the time of the constant current drive of 10 mA/cm<sup>2</sup>. The life of 210 hours was acquired as a result of brightness reduction-by-half life test in 10 mA/cm<sup>2</sup>.

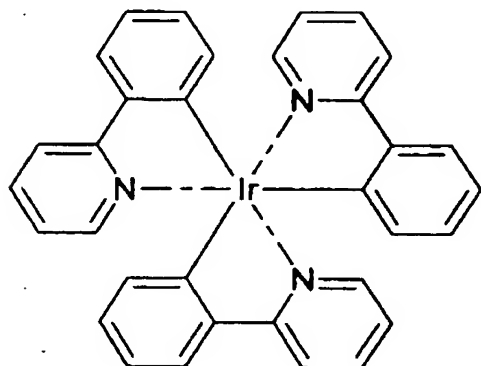
[0145]

(Example 2)

The dopant was used as the iridium phenyl pyridine complex (Ir3 (ppy)) which is a phosphorescence luminescence dopant, and it added at a 1wt% rate to the monomer unit in a polymer. The organic EL device produced in the same procedure as an example 1 except it. The structure expression of Ir (ppy)<sub>3</sub> is shown in 35.

[0146]

[Formula 35]



[0147]

Green luminescence resulting from Ir (ppy)<sub>3</sub> was checked, and the current efficiency of 20 cd/A was acquired from this device at the time of the constant current drive of 10 mA/cm<sup>2</sup>. The life of 80 hours was acquired as a result of brightness reduction-by-half life test in 10 mA/cm<sup>2</sup>.

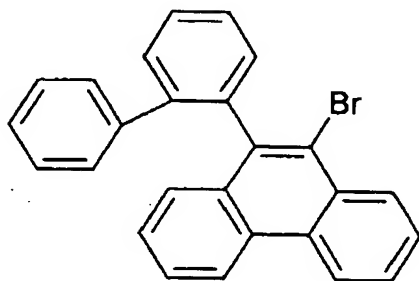
[0148]

(Example 3)

Except having made 9-BUROMO phenanthrene into the 9-biphenyl-2-IRU-10-BUROMO phenanthrene, a monomer is compounded on the same conditions as an example 1, and it is 9-biphenyl-2-IRU -10. -(4-vinyl phenyl)- The phenanthrene was obtained. About the structure expression of a 9-biphenyl-2-IRU-10-BUROMO phenanthrene, it is 9-biphenyl-2-IRU to \*\* 37 in \*\* 36. - 10 -(4-vinyl phenyl)- The structure expression of a phenanthrene is shown, respectively.

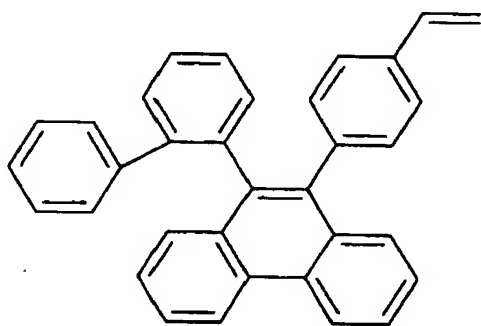
[0149]

[Formula 36]



[0150]

[Formula 37]



[0151]

After the check of the monomer structure by the NMR method, the IR method, and the mass-spectrum analysis method, the polymerization of the monomer was carried out and the polymer was obtained. The weight average molecular weight of the obtained polymer was 38000.

[0152]

Subsequently, the organic EL device was produced like the example 1. Blue luminescence resulting from a tetra-phenyl butadiene was checked, and the current efficiency of 2.0 cd/A was acquired from the obtained organic EL device at the time of the constant current drive of 10 mA/cm<sup>2</sup>. The life of 280 hours was acquired as a result of brightness reduction-by-half life test in 10 mA/cm<sup>2</sup>.

[0153]

(Example 4)

The organic EL device was produced and evaluated like the example 3 except having set the dopant to 1wt% Ir (ppy)<sub>3</sub>. Green luminescence resulting from Ir (ppy)<sub>3</sub> was checked, and the current efficiency of 21 cd/A was acquired from this device at the time of the constant current drive of 10 mA/cm<sup>2</sup>. The life of 110 hours was acquired as a result of brightness reduction-by-half life test in 10 mA/cm<sup>2</sup>.

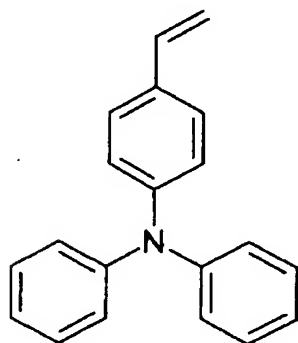
[0154]

(Example 5)

9-biphenyl-2-IRU -10 in an example 3 -(4-vinyl phenyl)- A phenanthrene and diphenyl -(4-vinyl phenyl)- The amine was mixed at a rate of 70:30 (mole ratio), the radical polymerization reaction was performed like the example 1, and the copolymer was obtained. It is diphenyl to \*\* 38. -(4-vinyl phenyl)- The structure expression of an amine is shown. Molecular weight of the obtained copolymer was made into weight average molecular weight, and was 44000.

[0155]

[Formula 38]



[0156]

Subsequently, the organic EL device was produced using Ir (ppy)<sub>3</sub> like the example 2. Green luminescence resulting from Ir (ppy)<sub>3</sub> was checked, and the current efficiency of 17 cd/A was acquired from the organic EL device at the time of the constant current drive of 10 mA/cm<sup>2</sup>. The life of 150 hours was acquired as a result of brightness reduction-by-half life test in 10 mA/cm<sup>2</sup>.

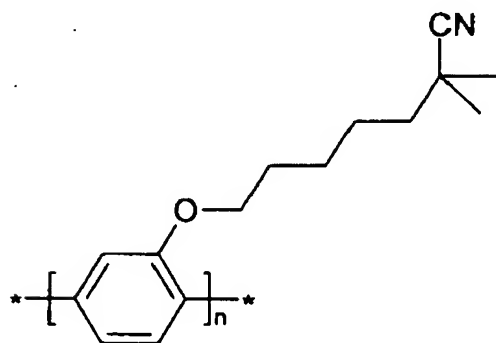
[0157]

(Example 6)

The 50nm PEDOT/PSS film was produced like the example 1. Moreover, CN-PPP (weight average molecular weight 10000) which is pi conjugation macromolecule which emits blue fluorescence was dissolved in the xylene by 1.5wt(s)% concentration, and the CN-PPP xylene solution was obtained. The structure expression of CN-PPP is shown in \*\* 39.

[0158]

[Formula 39]



[0159]

The above-mentioned CN-PPP xylene solution was applied to the above-mentioned PEDOT/PSS film front face, the luminous layer of 100nm thickness was formed in it, and the vacuum drying was carried out at 80 degrees C for 1 hour.

[0160]

the 2-ethoxyethanol which is the solvent which does not melt CN-PPP for the polymer used in the example 1 -- 0 and 3wt% -- it dissolved, after applying to a CN-PPP luminous layer front face, the vacuum drying was carried out at 80 degrees C for 1 hour, and the hole block layer of 5nm thickness was produced. 250nm vacuum deposition of 0.6nm and the aluminum was carried out, LiF was used as cathode, the closure was made the hole block layer front face, and the organic EL device was obtained.

[0161]

Blue luminescence from CN-PPP was checked and the current efficiency of 0.5 cd/A was acquired from this organic EL device at the time of the constant current drive of 10 mA/cm<sup>2</sup>. Moreover, the life of 90 hours was acquired as a result of brightness reduction-by-half life test in 10 mA/cm<sup>2</sup>.

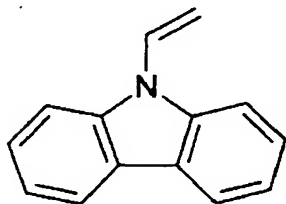
[0162]

(Example 1 of a comparison)

The organic EL device was produced like the example 1 except having made the polymer into the polyvinyl carbazole (PVK: weight average molecular weight 100000). The structure expression of PVK is shown in \*\* 40.

[0163]

[Formula 40]



[0164]

From this component, blue luminescence resulting from a tetra-phenyl butadiene was checked, and, as for the current efficiency at the time of the constant current drive of 10 mA/cm<sup>2</sup>, 1.6 cd/A was obtained. However, the brightness reduction-by-half life in 10 mA/cm<sup>2</sup> was 4 hours.

[0165]

(Example 2 of a comparison)

The organic EL device was produced like the example 2 except having set the polymer to PVK (weight average molecular weight 100000). Green luminescence resulting from Ir (ppy)<sub>3</sub> was checked, and the current efficiency of 18 cd/A was acquired from this component at the time of the constant current drive of 10 mA/cm<sup>2</sup>. However, the brightness reduction-by-half life in 10 mA/cm<sup>2</sup> was only 15 minutes.

[0166]

(Example 3 of a comparison)

In the same procedure as an example 6, the laminating of the luminous layer of PEDOT/PSS of 50nm of thickness and CN-PPP of 100nm of thickness was carried out. In this example of a comparison, the laminating of the hole block layer was not carried out after the vacuum drying, but 250nm vacuum deposition of 6nm and the aluminum was carried out for calcium to the direct CN-PPP layer front face, and cathode was formed in it. calcium has good electron injection nature to CN-PPP. After cathode formation, the closure was carried out and the organic EL device was produced. From the obtained organic EL device, luminescence was not checked by the constant current drive of 10 mA/cm<sup>2</sup>. This result showed that formation of a hole block layer was effective for the improvement in a property of an organic EL device.



[0167]

(Example 4 of a comparison)

The organic EL device was produced like the example 3 of a comparison except having added the tetra-phenyl butadiene at a 2wt(s)% rate to the solid content of CN-PPP. Although blue luminescence resulting from a tetra-phenyl butadiene was checked from the obtained organic EL device, the current efficiency at the time of the constant current drive of 10 mA/cm<sup>2</sup> was less than 0.1 cd/A.

[0168]

(Example 5 of a comparison)

The organic EL device was produced like the example 4 of a comparison except having used 3wt(s)% Ir (ppy)<sub>3</sub> for the dopant instead of the tetra-phenyl butadiene. From the obtained organic EL device, luminescence was not able to be checked with the current value of 10 mA/cm<sup>2</sup>. When the electrical potential difference was furthermore raised, not green luminescence resulting from Ir (ppy)<sub>3</sub> but blue luminescence resulting from CN-PPP itself was checked. From this result, CN-PPP has checked that it was incongruent as a host ingredient for phosphorescence luminescence.

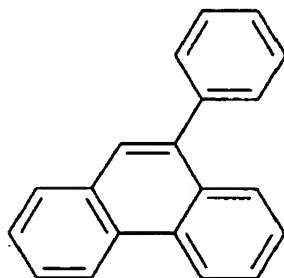
[0169]

(Example 6 of a comparison)

The organic EL device was produced like the example 1 except having used the organic layer of an organic EL device as the phenyl phenanthrene spreading film of low molecular weight instead of the polymeric materials of a molecular dispersion mold. The structure expression of a phenyl phenanthrene is shown in \*\* 41.

[0170]

[Formula 41]



[0171]

Although the film with it was not obtained, the spreading film of a phenyl phenanthrene produced the organic EL device as it was, and tried evaluation. [ intense crystallization and ] [ smooth ] In evaluation of the organic EL device of this example of a comparison, blue luminescence which originates in a tetra-phenyl butadiene by the constant current drive of 10 mA/cm<sup>2</sup> was checked. However, dielectric breakdown arose immediately after luminescence initiation, and characterization, such as current efficiency, was not made. From this result, it was checked that the polymeric materials of a molecular dispersion mold are effective as a host ingredient of a dopant.

[0172]

(Example 7)

In this example, the organic electroluminescence display was produced using the organic EL device in an example 1.

The glass substrate of 75mm rectangle was used as a substrate 1. The pigment-content powder type color filter spreading process was given to the glass substrate, and red and a green color filter layer were formed in it. The color filter layer was applied so that it might become about 1.5-2.0-micrometer filter thickness, and it carried out patterning by the technique of the photolithography using ultraviolet rays. Red and a green filter layer were made into the 1.0mmx2.7mm abbreviation rectangle. The filter was not prepared in the part which penetrates blue glow.

[0173]

A transparent electrode is formed in the glass substrate after color filter formation. In this example, the ITO film was used as an anode plate 2. Before forming the ITO film, the overcoat layer was applied to the substrate and the cure of 1 hour was performed at 220 degrees C. The thickness of an overcoat layer could be 7-8 micrometers. The stripe-like ITO film was formed in the substrate in which the overcoat layer was formed. The ITO film was formed by the technique of a photolithography and etching using the sputtering method in stripe width-of-face [ of 2.5mm ], and stripe gap 1.0mm. These were formed so that red, a green color filter part, and the part supposing blue luminescence might be covered. The physical relationship of the ITO film and a color filter is as being shown in drawing 2 .

SiO<sub>2</sub> which is an insulating layer 6 was formed after formation of the ITO film, patterning of red and the area which needs the part equivalent to a green and blue light emitting device was carried out, and it was punctured. [0174]

Next, the spacer 7 was formed. Optimum dose spreading of the adhesives which mixed the glass spacer on the ITO film and the substrate 1 with which the insulating layer 6 was formed was carried out, and the spacer 7 of the height of extent with which it is made to dry and the closure version does not contact a light emitting device was obtained.

The organic layer 3 which consists of a hole transportation layer and a luminous layer in the following procedures was produced using the luminous layer spreading solution obtained at the process of an example 1. [0175]

On the substrate 1 in which the spacer 7 was formed, polyethylene dioxythiophene / 50nm (PEDOT/PSS) of polystyrene sulfonate were formed with the spin coat method, and the hole transportation layer was formed. After carrying out a vacuum drying at 80 degrees C for 1 hour, the luminous layer spreading solution obtained at the process of an example 1 was applied, and 100nm of luminous layers was formed. The vacuum drying was again performed at 80 degrees C after formation of a luminous layer for 1 hour. [0176]

The metal mask made from stainless steel with which the hole of a stripe configuration with a width of face of 2.5mm was formed at intervals of 1.0mm by die length of 72mm was installed so that the stripe of the ITO film on a glass substrate and a stripe hole might cross at right angles on each light emitting device of three colors. Where a metal mask is installed, it fixed to the substrate electrode holder, and it loaded into the vacuum evaporation system. After exhausting to a  $2 \times 10^{-6}$  Pa initial degree of vacuum, 0.6nm and 250nm of aluminum were vapor-deposited for LiF by the process pressure of one to  $3.2 \times 10^{-4}$  Pa, and cathode 4a which intersects perpendicularly with a red light emitting device, cathode 4b which intersects perpendicularly with a green light emitting device, and cathode 4c which intersects perpendicularly with a blue light emitting device were formed. The closure was performed after forming Cathode 4a-4c. [0177]

As mentioned above, it has two or more intersections of the stripe-like anode plate 2 and Cathode 4a-4c, the organic layer 3 was formed in each of those intersections, and the panel member of the organic electroluminescence display by which the organic EL device 9 has been arranged two-dimensional was obtained. [0178]

The organic EL device 9 equivalent to 1 pixel in which the obtained panel member carries out blue luminescence was chosen, the power feeder style 6 was connected to the anode plate 2, the switching device 8 was connected to cathode 4c, respectively, and the luminescence trial was performed. Blue luminescence resulting from a tetra-phenyl butadiene was obtained, and the current efficiency of 2.0 cd/A was acquired from the 1-pixel selected organic EL device 9 at the time of the constant current drive of 10 mA/cm<sup>2</sup>. When brightness reduction-by-half life test was performed by 10 mA/cm<sup>2</sup>, the life of 315 hours was acquired. [0179]

To the obtained panel, as a drive system 11 shown in the block diagram of drawing 2 , the power feeder style 8, the switching device 10, and the control-logic circuit 12 were connected, and the organic electroluminescence display was produced. One line connected to one anode plate 2, and the current feeder style 8 connected one switching device 10 each to Cathode 4a-4c. The current feeder style 6 and the switching device 10 were generalized as a drive system 11. The whole organic electroluminescence display containing a drive system 11 was controlled using the control-logic circuit 12.

[0180]

Blue luminescence which originates in the same tetra-phenyl butadiene as the above-mentioned evaluation of this example in the blue light emitting device section by the control-logic circuit 12 when the constant current drive of 10 mA/cm<sup>2</sup> is performed was obtained, and the current efficiency of 1.4 cd/A was acquired. Moreover, the clear image was able to be checked when the color display drive was performed.

[0181]

As mentioned above, although the example of this invention has been explained, it is obvious [ this invention ] for this contractor for various kinds of deformation to be possible within the limits of a claim, without being limited to these.

[0182]

[Effect of the Invention]

According to this invention, an efficient and long lasting organic EL device also including phosphorescence luminescence can be obtained by using the vinyl polymer which has a large band gap and has the phenanthrene structure where solid-state quantum efficiency is stable high structure. Moreover, it becomes producible [ the organic EL device excellent in impregnation balance ] by making other vinyl monomers and copolymers.

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the sectional view showing the internal structure of the organic EL device of this invention.

[Drawing 2] It is the block diagram showing the organic electroluminescence display of this invention.

[Description of Notations]

- 1 Substrate
- 2 Anode Plate
- 3 Organic Layer
- 4 Cathode
- 4a Red light-emitting part cathode
- 4b Green light-emitting part cathode
- 4c Blue light-emitting part cathode
- 5 Closure Plate
- 6 Insulating Layer
- 7 Spacer
- 8 Power Feeder Style
- 9 Organic EL Device
- 10 Switching Device
- 11 Drive System
- 12 Control-Logic Circuit
- 13a Red filter layer
- 13b Green filter layer
- 13c Blue luminescence field

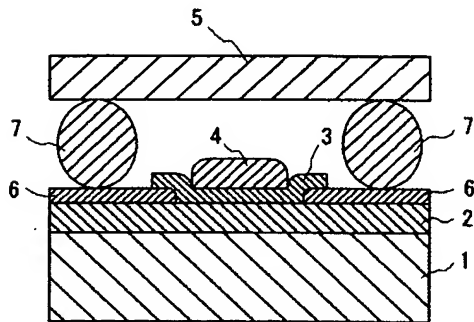
---

[Translation done.]

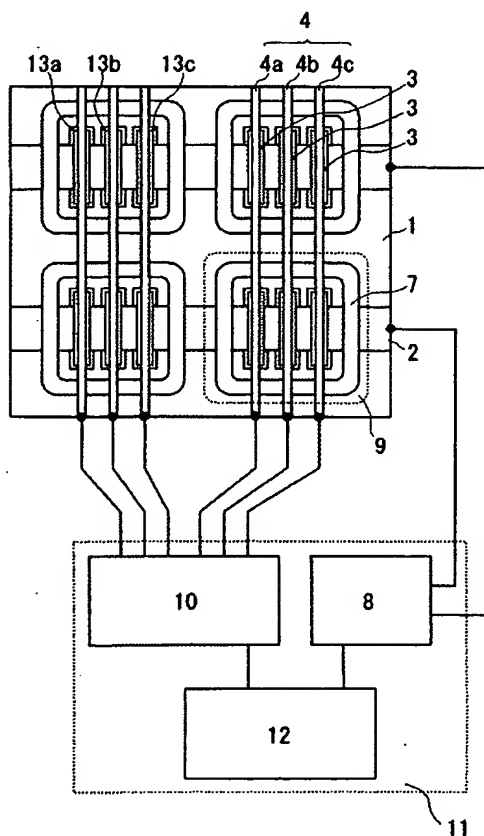
JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

[Drawing 1]



[Drawing 2]



---

[Translation done.]

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-111228

(43)Date of publication of application : 08.04.2004

(51)Int.Cl.

H05B 33/14

C08F 12/32

C09K 11/06

(21)Application number : 2002-272588

(71)Applicant : TDK CORP

(22)Date of filing : 19.09.2002

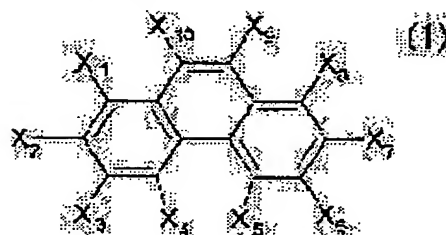
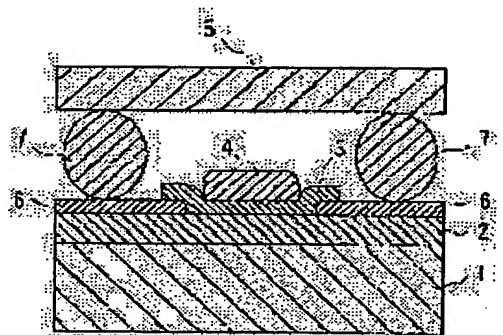
(72)Inventor : EBISAWA AKIRA  
SHIRAI TOMOJI  
SHINKAI MASAHIRO

## (54) ORGANIC EL ELEMENT AND ORGANIC EL DISPLAY THEREWITH

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an organic EL element having high brightness, high efficiency and a long service life due to inclusion of phosphorescence luminescence which is provided by realizing distributed type polymeric materials having superior stability and a long service life, and also to provide an organic EL display therewith capable of getting a clear image.

**SOLUTION:** This organic EL element has an organic layer containing vinyl polymer which is polymeric of vinyl monomer having a group derived from phenanthrene structure expressed by the formula (1). An organic EL display is obtained by arranging the organic EL element in a two dimension on a substrate. Wherein, X1 to X10 in the formula (1) represent at least any one of a hydrogen, alkyl group, alkoxy group, aryl group, aryloxy group, heterocyclic group, amino group, halogen atom or cyano group. And more than one substituent may form a ring by joining together.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-111228

(P2004-111228A)

(43) 公開日 平成16年4月8日(2004. 4. 8)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>

H05B 33/14

C08F 12/32

C09K 11/06

F I

H05B 33/14

C08F 12/32

C09K 11/06 615

C09K 11/06 660

C09K 11/06 680

テーマコード (参考)

3K007

4J100

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 34 頁)

(21) 出願番号

特願2002-272588 (P2002-272588)

(22) 出願日

平成14年9月19日 (2002. 9. 19)

(71) 出願人

000003067

T D K 株式会社

東京都中央区日本橋1丁目13番1号

(72) 発明者

海老沢 晃

東京都中央区日本橋一丁目13番1号 テ

ィーディーケイ株式会社内

(72) 発明者

白井 智士

東京都中央区日本橋一丁目13番1号 テ

ィーディーケイ株式会社内

(72) 発明者

新海 正博

東京都中央区日本橋一丁目13番1号 テ

ィーディーケイ株式会社内

F ターム (参考)

3K007 AB02 AB03 AB11 DB03

4J100 AB00P AB07P AB07Q AQ12Q AQ19Q

AQ26Q BA27Q BC43P BC43Q BC44P

BC48P CA01 CA04 DA01 JA32

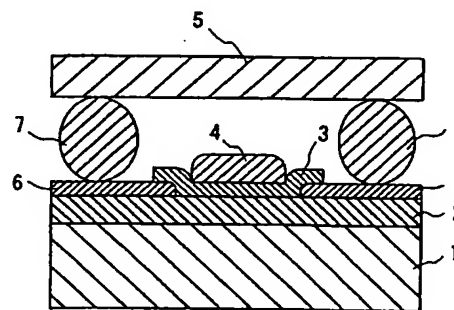
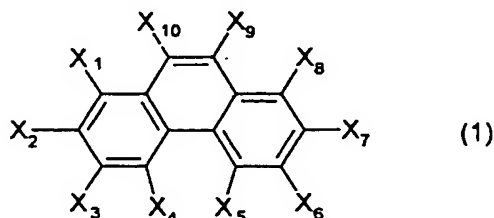
(54) 【発明の名称】 有機E L素子および有機E Lディスプレイ

(57) 【要約】

【課題】 優れた安定性や寿命を有する分子分散型の高分子材料を実現し、燐光発光を含めた高輝度、高効率、長寿命の有機E L素子と、鮮明な有機E Lディスプレイとを提供する。

【解決手段】 式(1)で表されるフェナントレン構造から誘導される基をもつビニルモノマーの重合体であるビニルポリマーを含む有機層を有する有機E L素子。その有機E L素子を平面上に二次元配置して得られた有機E Lディスプレイ。

【化42】



FP04-0111-00W/O- ID
04. 8. 31
SEARCH REPORT

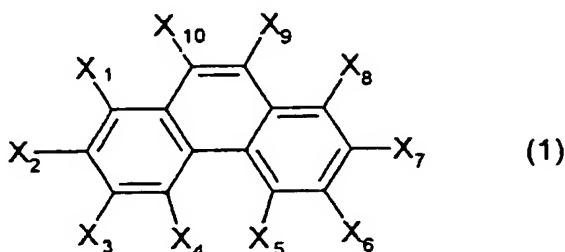


## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

式 (1) で表されるフェナントレン構造から誘導された基をもつビニルモノマーの重合体であるビニルポリマーを含む有機層を有することを特徴とする有機 EL 素子。

## 【化 1】



10

但し、式 (1) 中の  $X_1 \sim X_{10}$  は置換基であって、水素、アルキル基、アルコキシ基、アリール基、アリールオキシ基、複素環基、アミノ基、シアノ基、ハロゲン原子のうちの 1 つ以上を含み、これらのうちの 2 以上が結合して環を形成していてもよい。

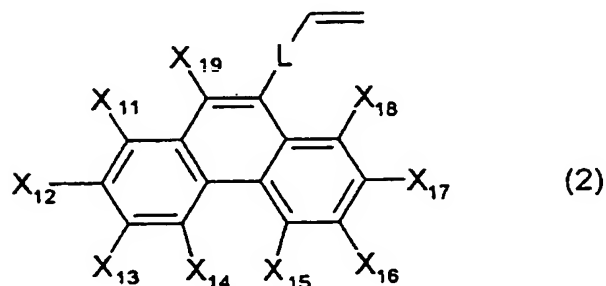
20

## 【請求項 2】

前記ビニルモノマーは、

式 (2) で表されるフェナントレン構造から誘導される基をもつビニルモノマーであることを特徴とする請求項 1 に記載の有機 EL 素子。

## 【化 2】



30

但し、式 (2) 中の  $L$  は、単結合、またはアルキル基やアリール基などの 2 価の連結基であって、連結基は無置換でも置換基を有してもよい。また、 $X_1 \sim X_{19}$  は置換基であって、水素、アルキル基、アルコキシ基、アリール基、アリールオキシ基、複素環基、アミノ基、シアノ基、ハロゲン原子のうちの 1 つ以上を含み、これらのうちの 2 以上が結合して環を形成していてもよい。

40

## 【請求項 3】

前記ビニルモノマーは、

式 (2) 中の  $L$  がフェニル基またはフェニル基の誘導体であることを特徴とする請求項 2 に記載の有機 EL 素子。

## 【請求項 4】

請求項 1 ～ 3 に記載のビニルモノマーのうちの 2 種類以上のビニルモノマーの共重合体であるビニルポリマーを含む有機層を有することを特徴とする有機 EL 素子。

## 【請求項 5】

請求項 1 ～ 3 に記載のビニルモノマーのうちの 1 種類以上のビニルモノマーと、請求項 1 ～ 3 に記載のビニルモノマー以外の 1 種類以上のビニルモノマーとの共重合体で

50

あるビニルポリマーを含む有機層を有することを特徴とする有機EL素子。

【請求項6】

前記ビニルポリマーを含む有機層の1種類以上は、  
有機EL素子における発光層であることを特徴とする請求項1～5のうちのいずれか1項に記載の有機EL素子。

【請求項7】

前記発光層は、  
1種類以上の発光性ドーパントを含むことを特徴とする請求項6に記載の有機EL素子。

【請求項8】

前記発光性ドーパントは、  
1種類以上の青色発光ドーパントを含むことを特徴とする請求項7に記載の有機EL素子

10

【請求項9】

前記発光性ドーパントは、  
1種類以上の燐光発光ドーパントを含むことを特徴とする請求項7または8のいずれかに記載の有機EL素子。

【請求項10】

請求項1～5のうちのいずれか1項に記載のビニルポリマーを含むキャリアブロック層を、  
一つ以上有することを特徴とする請求項1～9のうちのいずれか1項に記載の有機EL素子。

20

【請求項11】

前記キャリアブロック層は、  
有機層の発光層に接する陰極側に設けられていることを特徴とする請求項1～10のうちのいずれか1項に記載の有機EL素子。

【請求項12】

複数の有機EL素子が二次元配列されたパネルと、  
電圧供給または電流供給をおこなう電力供給機構と、  
スイッチング機構とを含み、  
前記有機EL素子が、請求項1～11のうちのいずれか1項に記載の有機EL素子であることを特徴とする有機ELディスプレイ。

30

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は有機EL素子に関し、特にビニルポリマーを用いた分子分散型高分子有機EL素子と、それを用いた有機ELディスプレイに関する。

【0002】

【従来の技術】

有機ELディスプレイなどに用いられる有機EL素子は、低分子化合物を用いた真空蒸着法による有機層形成の提案（例えば、非特許文献1参照）を基にデバイスが各種試作され、現在実用化の段階を迎えつつある。

40

その一方、上記の低分子化合物は熱安定性が劣ることから、高分子化合物を用いた有機EL素子の開発が活発におこなわれている。高分子化合物を使用した場合、低分子化合物にはない優れた熱安定性を得られることが期待できる。また、高分子化合物は塗布による素子作製が可能となるため、蒸着法に頼らざるをえない低分子化合物に比べて製造プロセスの簡略化が可能となる。

この高分子有機EL素子は、共役高分子を用いた $\pi$ 共役型と、非共役高分子中に色素を分散した分子分散型とに大別できる。

【0003】

$\pi$ 共役型に関する技術は、まず公開特許広報（例えば、特許文献1参照）に開示され、その後、ポリエチレンジオキシチオフエン／ポリスチレンスルホン酸（PEDOT/PSS

50

）などの優れたホール注入性を有する高分子との積層により、低分子の蒸着による発光素子と遜色のない特性を有するようになった。

しかしながら、 $\pi$ 共役型の高分子化合物は $\pi$ 共役系の広がりのため、色純度の良い青色発光材料を作ることが困難である。そのため、現在実用レベルの色純度を示す材料は得られていない。また、寿命の面でも実用的なレベルには達していない。

#### 【0004】

分子分散型の高分子化合物は、上記 $\pi$ 共役型よりも色純度の良い青色発光材料を得る方法として期待されている。分子分散型は、上記の $\pi$ 共役型の高分子化合物より早く、1983年に報告されている（例えば、非特許文献2参照）。分子分散型は、蒸着型で用いられるドーパントを、ホスト高分子に混ぜることで、色純度の良い青色発光材料を容易に得ることができる。

10

さらに、分子分散型の高分子化合物は、近年注目されている燐光発光ドーパントのホスト材料として利用できる可能性がある。燐光発光ドーパントとは、色素の三重項状態からの発光が可能なドーパントである。

#### 【0005】

蛍光物質を光や電気などによって励起した場合、蛍光物質は一重項状態と三重項状態との2つのエネルギー励起状態に分かれる。一重項状態と三重項状態に分かれる割合は、おおむね1:3である。一重項の励起状態から基底状態に戻る際のエネルギー放出による発光が蛍光発光であり、従来の有機EL素子の発光はこの機構による。三重項の励起状態から基底状態に戻る際のエネルギー放出による発光を「燐光発光」という。燐光発光は、比較的長時間のエネルギー放出が得られるが、熱的に失活しやすい傾向がある。そのため、燐光発光を発光機構とした有機EL素子はいまだ実用化されていない。熱的失活を抑えることにより燐光発光を利用することはできるが、そのためには有機EL素子を少なくとも液体窒素温度付近まで冷却しなければならない。従来の有機EL素子が蛍光発光のみを用いているのはこのためであり、結果的に全発光の25%程度しか活用されていない。

20

#### 【0006】

三重項状態の発光が常温において安定に得られれば、ほぼ全ての励起機構に基づく発光を活用することが可能となる。そのための燐光発光ドーパントの開発がおこなわれている。例えば、イリジウム錯体を燐光発光ドーパントに用いた有機EL素子において高い発光効率が報告されている（例えば、非特許文献3参照）。この報告の後、R、G、B各色のイリジウム錯体が開発されている。

30

#### 【0007】

##### 【特許文献1】

特開平10-92576号公報

##### 【非特許文献1】

Applied Physics Letters, vol. 51, pp 913 (1987)

##### 【非特許文献2】

Polymer, vol. 24, pp 748, (1983)

##### 【非特許文献3】

Applied Physics Letters, vol. 75, No. 1, p 4 (1999)

40

#### 【0008】

##### 【発明が解決しようとする課題】

分子分散型の高分子化合物を用いた有機EL素子の実用化が期待されているが、低分子化合物、あるいは $\pi$ 共役型の高分子化合物を用いた素子に比べて特性面で大きな遅れをとっている。それは有機EL素子に適用できる分子分散型の高分子化合物は、合成が困難であり、十分な特性評価がおこなわれていないためである。

これまで、分子分散型の高分子化合物を用いた有機EL素子については、ポリビニルカルbazol (PVK)を用いた研究の他、数件が報告されているのみである（例えば、非特

50

許文献 4、5、6 参照)。このように分子分散型の高分子化合物について評価報告が少ないのは、その合成が困難なことによる。

色純度の優れた青色発光素子を得るためには、分子分散型の高分子化合物をホスト材料に用いることが非常に有望である。しかし、分子分散型の高分子化合物は合成が困難なため、実用的な素子材料が得られていないのが現状である。

#### 【0009】

燐光発光を利用した有機 EL 素子においても、分子分散型の高分子化合物を用いることで、容易に作製できる可能性がある。しかし、燐光発光の実用化には室温における素子の寿命を実用段階まで高めねばならない。そのためには、インジウム錯体などの燐光発光ドーパントを安定に保持できる、分子分散型の高分子化合物が必要である。

10

現在、燐光発光が確認されているホスト材料はほとんど次の二種類である。一つは、低分子型としてカルbazol基をもつ 4, 4'-N, N'-ジカルbazolビフェニル (CBP) があるが、これは低分子型ゆえに熱的に不安定である。もう一つは、上記の分子分散型の高分子化合物である PVK であるが、インジウム錯体の安定保持が困難であり実用的な発光寿命は報告されていない。

#### 【0010】

以上のように、青色発光ドーパントや燐光発光ドーパントのホスト材料として用いることができる、安定性に優れた分子分散型の高分子材料の実現が課題となっている。

そこで、本発明は優れた安定性や寿命を有する分子分散型の高分子材料を実現し、燐光発光を含めた高輝度、高効率、長寿命の有機 EL 素子と、それを用いた有機 EL ディスプレイとを提供することを目的とする。

20

#### 【0011】

##### 【非特許文献 4】

Polymer Preprints, Japan, vol. 45, No. 3, pp 446 (1996)

##### 【非特許文献 5】

Chemical Letters, ppl 61 (1996)

##### 【非特許文献 6】

Polymer Preprints, Japan, vol. 50, No. 4, pp 661 (2001)

30

#### 【0012】

##### 【課題を解決するための手段】

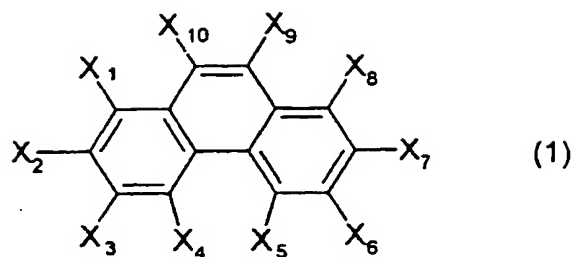
上記課題は、フェナントレン構造を有するビニルポリマーを用いた、分子分散型の有機 EL 素子と、それを用いた有機 EL ディスプレイとによって解決される。フェナントレン構造を有するビニルポリマーは、固体量子効率が高く、青色発光ドーパントのホスト材料にも、燐光発光ドーパントのホスト材料にも適した広いバンドギャップを有するためである。

具体的には、式 (1) で表されるフェナントレン構造から誘導される基をもつビニルモノマーの重合体であるビニルポリマーを含む有機層を有する有機 EL 素子によって、上記の課題は達成される。

40

#### 【0013】

##### 【化 3】



10

## 【0014】

但し、式(1)中の $X_1 \sim X_{10}$ は置換基であって、水素、アルキル基、アルコキシ基、アリール基、アリールオキシ基、複素環基、アミノ基、ハロゲン原子、シアノ基のうちの少なくとも1つ以上を含んでいる。また、これらのうちの2つ以上が結合して環を形成していてもよい。

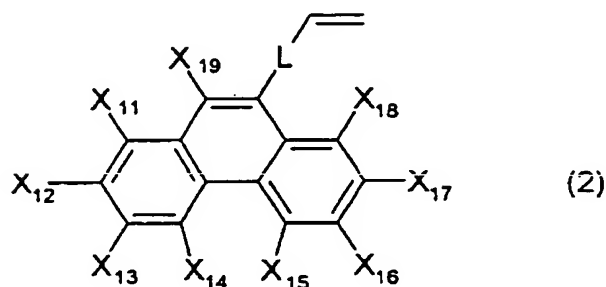
## 【0015】

本発明のビニルモノマーは、式(2)で表されるフェナントレン構造から誘導される基をもつビニルモノマーであることが好ましい。

## 【0016】

20

## 【化4】



30

## 【0017】

但し、式(2)中のLは、単結合、あるいはアルキル基、アリール基などの2価の連結基である。連結基の結合は、単結合でも、置換基を有する結合でもよい。

## 【0018】

式(2)中の $X_{11} \sim X_{19}$ は置換基であって、水素、アルキル基、アルコキシ基、アリール基、アリールオキシ基、複素環基、アミノ基、シアノ基、ハロゲン原子のうちの少なくとも1つ以上を含んでいる。また、これらのうちの2つ以上が結合して環を形成していてもよい。

40

## 【0019】

式(2)で表されるビニルモノマーのLは、フェニル基またはその誘導体であることが好ましい。

## 【0020】

ビニルモノマーに上記のフェナントレン構造を導入することにより、ビニルモノマーの重合官能基であるビニル基に対して高い蛍光量子効率とバイポーラー特性を付加することができる。

## 【0021】

また、本発明の有機EL素子は、上記のビニルモノマーから選ばれる2種類以上のビニルモノマーの共重合体であるビニルポリマーを含むことができる。

50

あるいは、本発明の有機EL素子は、上記のビニルモノマーの少なくとも1種類以上と、上記のビニルモノマー以外のビニルモノマーの少なくとも1種類以上との、共重合体であるビニルポリマーを含むことができる。

例えば、本発明の有機EL素子に用いるビニルポリマーと、電荷輸送性モノマーとの共重合体ポリマーとを形成することにより、素子特性の微調整を図ることができる。

#### 【0022】

本発明の有機EL素子は、有機層に上記のビニルモノマーから得られたビニルポリマーを含有する発光層を含んでいることが望ましい。上記の発光層の形成には、さらにドーパントを添加することが望ましい。

上記のビニルモノマーを重合したビニルポリマーには、色素ドーパントの添加が容易である。このビニルポリマーを有機EL素子における有機層の発光層とすることにより、高効率で寿命の長い有機EL素子を得ることができる。特に本発明のビニルポリマーは広いバンドギャップを有する為、青色発光ドーパント、あるいは燐光発光ドーパントのホスト材料として優れている。

#### 【0023】

本発明のビニルポリマーは、広いバンドギャップ、大きな仕事関数を有している。そのため、発光層との積層構造を形成することにより、キャリアブロック層として用いることもできる。

有機EL素子におけるキャリアブロック層は、有機層の内部にキャリアを閉じ込める層をいう。特に、本発明のキャリアブロック層を陰極との界面に形成することにより、優れたホールブロック層とすることができる。

#### 【0024】

陽極方向から供給されるホールは、有機層中で電子と再結合して発光する。この時、ホールの一部が有機層中で再結合せずに、そのまま陰極へ通過する場合がある。これらのホールは発光に寄与しないため、発光効率を低下させる原因となる。ホールブロック層を陰極との界面に形成することにより、ホールを有機層に閉じ込め、電子との再結合と発光を促すことができる。特に、本発明のビニルポリマーは、バンドギャップが広く、仕事関数が大きい為、ホールブロック層として非常に効果的である。

#### 【0025】

本発明の有機EL素子は、その複数個を二次元配列したパネルと、電圧供給または電流供給をおこなう電力供給機構と、スイッチング機構とを組み合わせた有機ELディスプレイにおいて、画素となる有機EL素子に用いることができる。本発明の有機EL素子は、熱特性に優れ、長寿命であるため、耐久性に優れた有機ELディスプレイを得ることができる。特に、本発明の有機EL素子は高効率の青色発光や燐光発光が可能なことから、輝度や色表示機能に優れた有機ELディスプレイを得ることができる。

#### 【0026】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明を好ましい実施の形態により説明する。

#### 【0027】

##### 1. 有機層材料の詳細

本発明の有機EL素子は、ホール注入電極である陽極と、電子注入電極である陰極と、これらの電極間に化5に示すフェナントレン構造から誘導される基をもつビニルモノマーから得られたビニルポリマーを含む有機層を有することが好ましい。

#### 【0028】

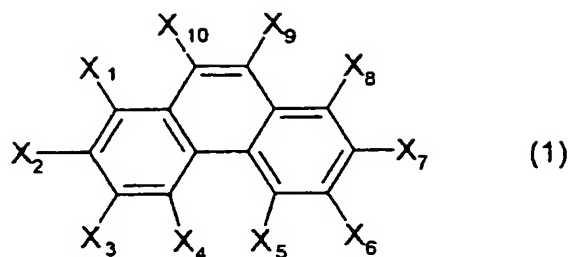
##### 【化5】

10

20

30

40



10

## 【0029】

式(1)において $X_1 \sim X_{10}$ で表される置換基は、例えば、水素、アルキル基、アルコキシ基、アリール基、アリールオキシ基、複素環基、ハロゲン原子、シアノ基、アミノ基などのうちの少なくとも1つを用いることができる。通常は、アルキル基、アルコキシ基、アリール基が好ましく、特に、水素、アルキル基、アリール基であることが好ましい。

## 【0030】

式(1)において $X_1 \sim X_{10}$ で表される置換基がアルキル基の場合、アルキル基は直鎖状構造であっても、分岐を有する構造であってもよい。また、アルキル基は無置換のものが好ましいが、置換基を有していてもよく、総炭素数は1～10が好ましい。例えば、メチル、エチル、*n*-プロピル、イソプロピル、*n*-ブチル、イソブチル、*s*-ブチル、*t*-ブチル、ペンチルなどを用いることができる。

20

## 【0031】

式(1)において $X_1 \sim X_{10}$ で表される置換基がアルコキシ基の場合、アルコキシ基のアルキル部分が、上記のアルキル基と同じものであることが好ましい。例えば、メトキシ、エトキシ、プロポキシ、イソプロポキシ、ブトキシ、イソブトキシ、*s*-ブトキシ、*t*-ブトキシなどを用いることができる。

## 【0032】

式(1)において $X_1 \sim X_{10}$ で表される置換基がアリール基の場合、アリール基は無置換であっても、置換基を有していてもよく、置換基の総炭素数は6～20が好ましく、例えば、フェニル、(*o*-、*m*-、*p*-)トリル、ビフェニルなどを用いることができる。

30

## 【0033】

式(1)において $X_1 \sim X_{10}$ で表される置換基がアリールオキシ基の場合、アリールオキシ基のアリール部分は、上記のアリール基と同じであることが好ましい。例えば、フェノキシ、(*o*-、*m*-、*p*-)トリルオキシなどを用いることができる。

## 【0034】

式(1)において $X_1 \sim X_{10}$ で表される置換基が複素環基の場合、複素環基として5員または6員の複素環基を用いることができる。複素環基は縮合環を有していてもよく、また置換基を有していてもよい。また、複素環基は、芳香族性を有するものであっても、有しないものであってもよい。例えば、ピロリル、ピリジル、キノリル、チエニル、フリルなどを用いることができる。

40

## 【0035】

式(1)において $X_1 \sim X_{10}$ で表される置換基がハロゲン原子の場合、例えば、フッ素、塩素、臭素、ヨウ素などのハロゲン原子から適宜選択することができる。

## 【0036】

式(1)において $X_1 \sim X_{10}$ で表される置換基がアミノ基の場合、アミノ基は無置換であっても、置換基を有していてもよい。この置換基は、上記のアルキル基やアリール基を有するものであってもよい。アルキル基やアリール基を有する置換基は、総炭素数0～20のものが好ましい。例えば、アミノ、メチルアミノ、エチルアミノ、フェニルアミノ、

50

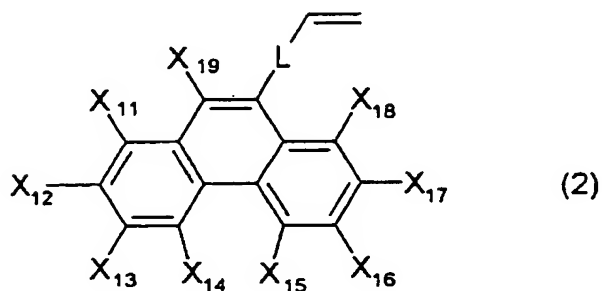
ジメチルアミノ、ジフェニルアミノなどを用いることができる。

【0037】

特に、本発明の有機EL素子は、化6に示すフェナントレン構造から誘導される基をもつビニルモノマーから得られたビニルポリマーを含む有機層を有することが好ましい。

【0038】

【化6】



10

【0039】

式(2)におけるLは、単結合、またはアルキル基、アリール基などの2価の連結基である。このとき、アルキル基、アリール基は、無置換であっても、置換基を有していてもよい。

20

【0040】

式(2)におけるX<sub>11</sub>～X<sub>19</sub>は置換基であり、化5におけるX<sub>1</sub>～X<sub>10</sub>の置換基と同じものを用いることができる。すなわちX<sub>11</sub>～X<sub>19</sub>の置換基は、例えば、水素、アルキル基、アルコキシ基、アリール基、アリールオキシ基、複素環基、ハロゲン原子、アミノ基を用いることができる。特にアルキル基、アルコキシ基、アリール基であることが好ましく、中でも、水素、アルキル基、アリール基であることが好ましい。

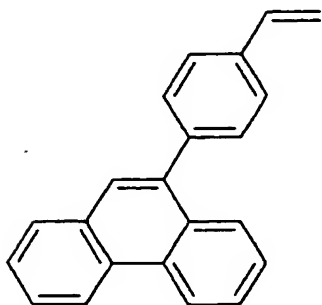
【0041】

式(1)や式(2)に示すフェナントレン構造から誘導されるビニルモノマーは、必要なビニルポリマーを得るための構造を、任意に選択することができる。特に、下記の化7～化24に示すビニルモノマー構造を選択することが好ましい。

30

【0042】

【化7】

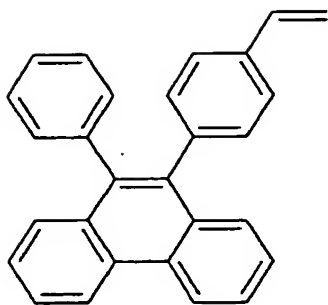


40

【0043】

【化8】

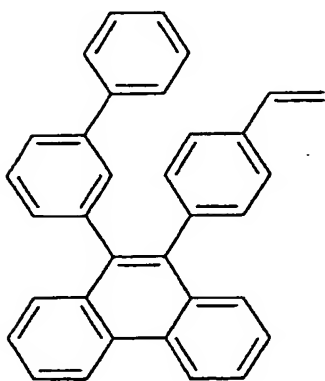




10

【 0 0 4 4 】

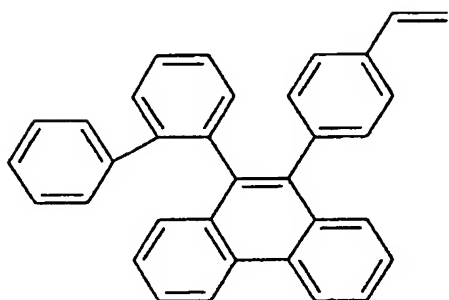
【 化 9 】



20

【 0 0 4 5 】

【 化 1 0 】

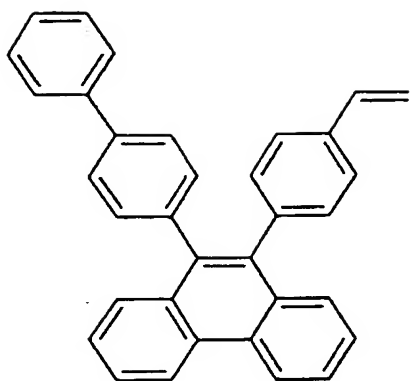


30

【 0 0 4 6 】

【 化 1 1 】

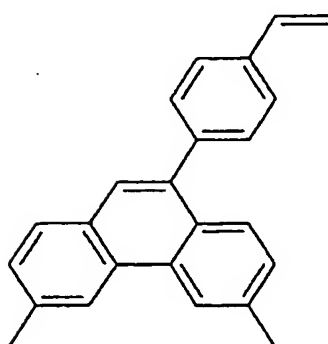
40



10

【 0 0 4 7 】

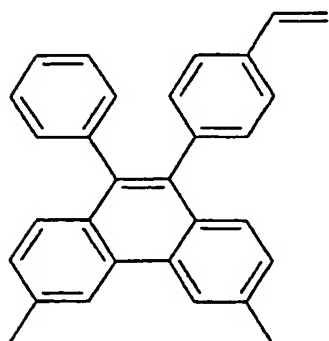
【 化 1 2 】



20

【 0 0 4 8 】

【 化 1 3 】

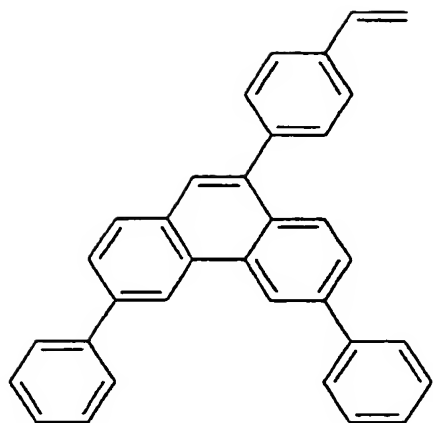


30

【 0 0 4 9 】

【 化 1 4 】

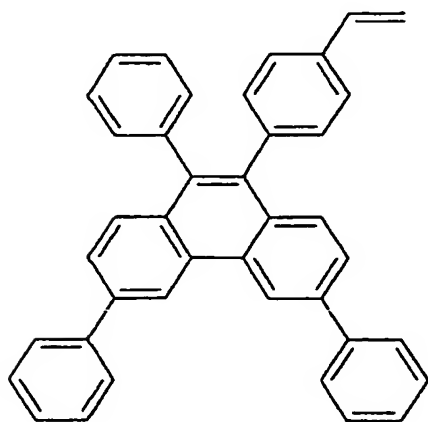
40



10

【 0 0 5 0 】

【 化 1 5 】

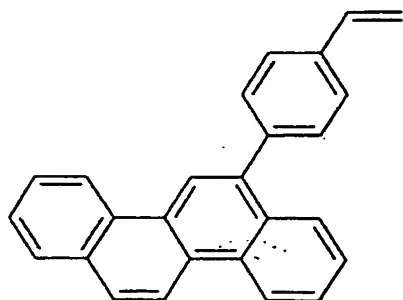


20

30

【 0 0 5 1 】

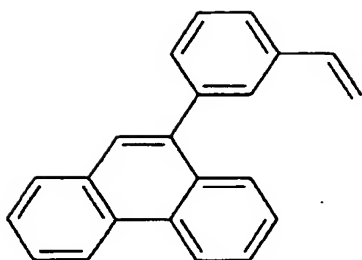
【 化 1 6 】



40

【 0 0 5 2 】

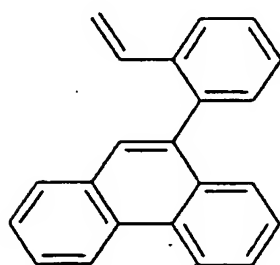
【 化 1 7 】



10

【 0 0 5 3 】

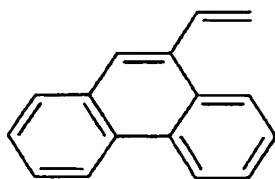
【 化 1 8 】



20

【 0 0 5 4 】

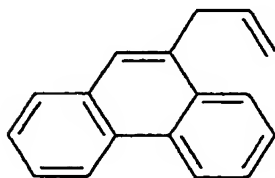
【 化 1 9 】



30

【 0 0 5 5 】

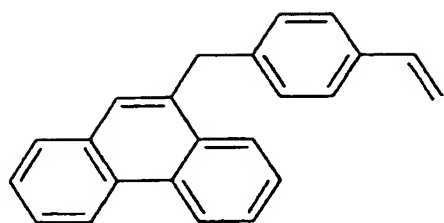
【 化 2 0 】



40

【 0 0 5 6 】

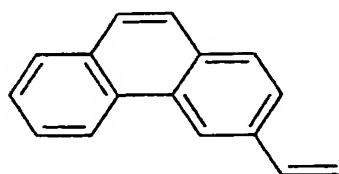
【 化 2 1 】



【 0 0 5 7 】

【 化 2 2 】

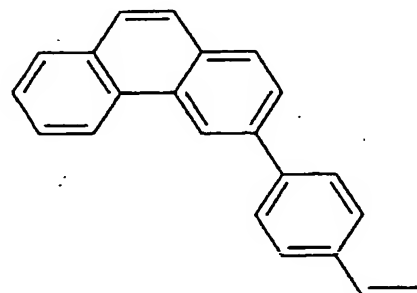
10



【 0 0 5 8 】

【 化 2 3 】

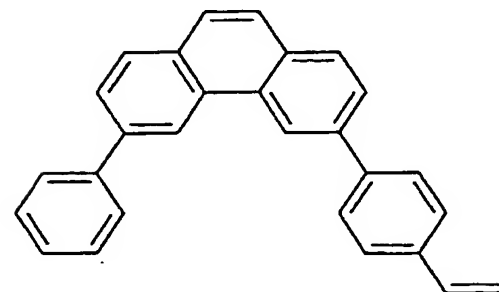
20



【 0 0 5 9 】

【 化 2 4 】

30



40

【 0 0 6 0 】

本発明の有機EL素子に用いるビニルポリマーは、例えば、上記の化7～化24のうちのいずれかを含むビニルモノマーを重合させて得ることができる。このビニルポリマーは、ホモポリマーであってもコポリマーであってもよい。コポリマーは、上記の化7～化24のビニルモノマーのうちから、異なる複数のモノマーを選択して重合したものであってもよい。あるいは、上記の化7～化24のうちのビニルモノマーと、化7～化24に示す以外の構造のビニルモノマーとを重合したものであってもよい。

50

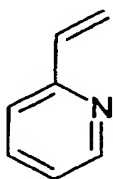
## 【 0 0 6 1 】

上記の化 7 ～ 化 2 4 以外の構造のビニルモノマーは、必要なポリマーの特性に応じて選択すればよい。例えば、電荷輸送層として使用できるビニルポリマーを作製する場合は、本発明のビニルポリマーに、ホール輸送性や電子輸送性を有するモノマーを適当な割合で添加することができる。

ポリマーの電子輸送性を高める場合は、例えば、化 2 5 に示す 2-ビニルピリジンや、化 2 6 に示す 4-ビニルピリジンや、化 2 7 に示す 1-ビニルイミダゾールなどから、適宜選択して添加することができる。

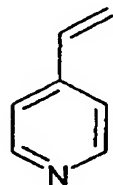
## 【 0 0 6 2 】

## 【 化 2 5 】



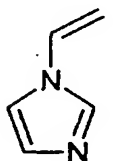
## 【 0 0 6 3 】

## 【 化 2 6 】



## 【 0 0 6 4 】

## 【 化 2 7 】

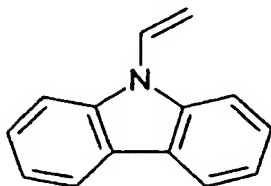


## 【 0 0 6 5 】

また、ホール輸送性を高める場合は、例えば、化 2 8 に示す N-ビニルカルbazolや、化 2 9 に示す (4-ビニルフェニル) -ジフェニルアミンなどを、適宜添加することができる。

## 【 0 0 6 6 】

## 【 化 2 8 】



## 【 0 0 6 7 】

10

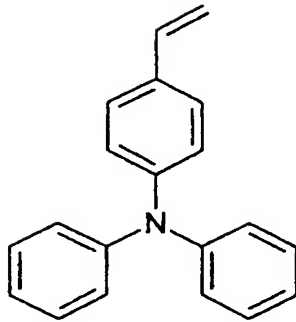
20

30

40

50

## 【化 29】



10

## 【0068】

上記の電荷輸送性モノマーの割合には特に限定はないが、モノマー全体に対し1～50mol%、好ましくは1～30mol%が望ましい。上記の割合であれば、本発明のビニルモノマーがもつ、高い蛍光量子収率などの優れた特性を活かすことができる。本発明の有機EL素子に用いるビニルモノマーは、基本的にバイポーラー特性をもつが、電荷輸送性モノマーと上記の割合で共重合することにより、ホールと電子の注入バランスを1：1に限りなく近づけることが可能となる。そのため、素子特性の微調整が可能となり、長寿命化を図ることができる。

20

## 【0069】

本発明のビニルモノマーは、鈴木カップリング法を用いることにより、ビニル基に影響を与えることなく合成が可能で、容易に種々のモノマーを合成することができる。

## 【0070】

本発明の有機EL素子に用いるビニルポリマーは、上記のビニルモノマーを単体で用いた場合も、必要に応じて他のビニルモノマーと混合して用いた場合も、どちらも公知の重合方法によって容易に合成することができる。重合方法は、ラジカル重合、カチオン重合、アニオン重合などから適宜選択することができる。重合反応後のビニルポリマーの分子量は、重量平均分子量として1万～10万程度となる。

30

## 【0071】

上記の電荷輸送性モノマーを本発明のモノマーと組み合わせる方法の他、本発明のビニルポリマーに各種ドーパントを適宜添加することによっても、ポリマーの特性を調整することができる。例えば、本発明のビニルポリマーへのドーパント添加により青色発光層や燐光発光層を形成する方法は、従来の蒸着法による発光層やπ共役型よりも、高効率で安定な青色発光層や燐光発光層が容易に得られるため、非常に好ましい。したがって、本発明のビニルポリマーは、有機EL素子の発光層のホスト材料として好適に用いることができる。

## 【0072】

## 2. 有機EL素子

本発明のビニルポリマーを溶媒に溶解し、塗布法により有機EL素子の有機層を容易に形成できる。そのため、従来の蒸着法に比べて簡便な設備により、分子分散型の有機EL素子の発光層を、容易に作製することができる。

40

以下、有機EL素子の好ましい実施の形態を説明する。

## 【0073】

図1に、本発明の有機EL素子の一実施形態における断面図を示す。有機EL素子は、例えば、基板1/陽極2/有機層3/陰極4が順次積層された構成として実施できる。積層構成は、本発明の実施の形態、例えば、ディスプレイの仕様や作製プロセスによって、陽極と陰極を逆にするなどの最適な構成を選択することができる。

## 【0074】

有機層3は、上記のビニルポリマーを有する発光材料を含むことが好ましい。ここで発光

50

材料とは、発光のためのドーパントを添加したビニルポリマーをいう。有機層3は、発光材料のみから形成してもよいし、発光材料と発光材料以外の材料とを混合して形成してもよい。また、発光材料と発光材料以外の材料との積層構造を形成してもよい。発光材料以外の材料とは、例えば、ホール輸送性や電子輸送性である低分子化合物や高分子化合物を用いることができる。例えば、ホール輸送性や電子輸送性を有する無機材料を用いてもよい。

#### 【0075】

陽極2は主にホール注入電極を含むことが好ましく、陰極4は主に電子注入電極を含むことが好ましい。これら電極材料は、公知の無機材料や有機材料から適宜選択することができる。陽極2と有機層3の間には、絶縁層6が設けられていることが好ましい。このとき、陽極2の発光領域以外の部分を絶縁層6によって覆うことによって、発光面積を制御して色のにじみを抑えることができる。

#### 【0076】

以下、本発明の一実施形態を、基板1／陽極2／有機層3／陰極4が順次積層された構成であり、有機層3がビニルポリマーに青色発光ドーパント、あるいは、燐光発光ドーパントを添加した発光層である場合について詳細に説明する。

#### 【0077】

##### (基板材料)

本発明の有機EL素子の基板1は、例えば、非晶質基板や、結晶基板や、金属基板などを用いることができる。非晶質基板は、例えば、ガラス、石英などを用いることができる。結晶基板は、例えば、Si、GaAs、ZnSe、ZnS、GaP、InPなどを用いることができる。金属基板は、例えば、Mo、Al、Pt、Ir、Au、Pd、SUSなどを用いることができる。これらの基板は、結晶質や非晶質のセラミック、金属、あるいは有機物の薄膜などを形成して用いてもよい。

#### 【0078】

基板1を光取出し側とする場合は、基板1に光透過性が必要である。この場合は、例えば、石英やガラスなどのような透明基板を用いるのが好ましい。特に、ガラスは安価であり非常に好ましい。ガラスには、発色光の調整のために、例えば、色フィルター膜や蛍光性物質を含む色変換膜、あるいは誘電体反射膜などを設けてもよい。

#### 【0079】

##### (陽極：ホール注入電極)

本実施形態では、基板1に陽極2を形成する。陽極2は、有機EL素子においてホール注入電極として機能するため、有機層3へホールを効率よく注入できる材料が好ましい。また、有機層3が無機ホール注入輸送層や有機ホール注入輸送層などを有する多層構造の場合は、それら輸送層へホールを効率よく注入できる材料が好ましい。これらを鑑み、陽極2の材料は、仕事関数が4.5 eV～5.5 eVであることが好ましい。

#### 【0080】

一般的に有機EL素子では基板1側を光取出し側とすることが多い。その場合、基板1上に設けられた陽極2には高い光透過性が求められる。陽極2の光透過率は、有機EL素子の発光波長帯域である400～700 nm、特にRGB各色の波長における透過率が50%以上であること、好ましくは80%以上であること、さらに好ましくは90%以上であることが望ましい。透過率が低いと発光層3の発光が減衰されて画像表示に必要な輝度が得られない。

#### 【0081】

光透過率の高い陽極2の材料として、各種酸化物透明導電膜を選択して用いることができる。酸化物透明導電膜は、例えば、酸化インジウム( $\text{In}_2\text{O}_3$ )、酸化スズ( $\text{SnO}_2$ )および酸化亜鉛( $\text{ZnO}$ )、錫ドープ酸化インジウム(ITO)、亜鉛ドープ酸化インジウム(IZO)などが好ましい。特にITOは面内の比抵抗が均一な薄膜が容易に得られるため非常に好ましい。ITO中の $\text{In}_2\text{O}_3$ に対する $\text{SnO}_2$ の混合比は1～20重量%が好ましく、さらには5～12重量%が好ましい。また、IZOを用いる場合



は I Z O 中の  $\text{In}_2\text{O}_3$  に対する  $\text{ZnO}$  の混合比は 1 2 ~ 3 2 重量 % が好ましい。これら酸化物透明導電膜は、単体の薄膜として用いることができるが、酸化物透明導電物のいずれか 1 種類を主組成とする混合物薄膜を成膜して用いてもよい。

#### 【0082】

酸化物透明導電膜の組成は化学量論組成から多少偏倚していてもよい。例えば、ITO は通常  $\text{In}_2\text{O}_3$  と  $\text{SnO}_2$  とを化学量論組成で含有するが、本実施形態の場合は O 量が多少偏倚していてもよい。 $\text{InO}_x \cdot \text{SnO}_y$  において  $x$  は 1.0 ~ 2.0、 $y$  は 0.8 ~ 1.2 の範囲とすることができる。

酸化物透明導電膜に、例えば、酸化シリコン ( $\text{SiO}_2$ ) などの透明な誘電体を添加することによって、仕事関数を調整することができる。例えば、ITO を陽極に用いる場合は ITO に対して 0.5 ~ 10 mol % 程度の  $\text{SiO}_2$  を添加することにより ITO の仕事関数を増大させ、上記の好ましい仕事関数の範囲とすることができる。

10

#### 【0083】

陽極 2 の膜厚は、上述の光透過率を考慮して決定することが好ましい。本実施形態の酸化物透明導電膜の場合は、膜厚が 50 ~ 500 nm、特に 50 ~ 300 nm の範囲であることが好ましい。膜厚が 500 nm を超えると光透過率が低下すると共に、基板 1 からの剥離が発生する場合がある。膜厚が 50 nm 未満の場合は十分な光透過性は得られるが、有機層 3 へのホール注入効率が低下すると共に、膜強度が低下してしまう。なお、陰極 4 側を光取出し側とした場合は、上記のホール注入電極の光学的条件および膜厚条件を、陰極 4 において満足する必要がある。

20

#### 【0084】

##### (絶縁層)

陽極 2 の形成後、絶縁層 6 を形成するのが好ましい。絶縁層 6 の材料は一般的な絶縁膜材料、例えば、 $\text{SiO}_2$  や  $\text{Al}_2\text{O}_3$  などから適宜選択して用いることができる。絶縁層 6 の膜厚は 1 ~ 7  $\mu\text{m}$  程度が好ましい。絶縁層 6 の発光領域に相当する部分には、フォトリソグラフィとエッチングの手法により開口部を設けるのが好ましい。この開口部により上部の有機層 3 と陽極 2 の電気伝導を確保する。

#### 【0085】

##### (有機層)

有機層 3 は、上記に説明したフェナントレン構造を含むビニルポリマーに、発光用のドーパントなどを必要に応じて加えた発光層を中心として構成されるのが好ましい。本実施形態では、有機層 3 の発光層は青色発光素子層および燐光発光素子層を想定し、本発明のフェナントレン構造を含むビニルポリマーに青色発光ドーパントもしくは燐光発光ドーパントを添加したビニルポリマーとした。

30

#### 【0086】

本実施形態においてビニルポリマーに添加する発光用ドーパントは、燐光発光ドーパントとして、例えば、トリス (2-フェニルピリジン) イリジウム ( $\text{Ir}(\text{ppy})_3$ ) に代表されるイリジウム錯体、ポルフィリン環を持つ白金錯体である 2, 3, 7, 8, 12, 13, 17, 18-オクタエチル-21H23H-ポルフィリン白金 ( $\text{PtOEP}$ ) などを用いることができる。また、青色発光ドーパントとして、例えば、テトラフェニルブタジエンおよびその誘導体、スチリルアミン誘導体、フルオランテン誘導体などを用いることができる。発光用ドーパントの割合は、重合前のビニルモノマーに対して 1 ~ 15 重量 % 程度が好ましい。

40

#### 【0087】

有機層 3 は、発光層材料と電荷輸送性の高分子化合物とを組み合わせ形成することができる。そのような高分子化合物は、例えば、電子輸送性材料やホール輸送性材料などを用いることができる。

#### 【0088】

発光層材料と電荷輸送性の高分子化合物との組み合わせは、例えば、発光層に電荷輸送性材料を添加して有機層 3 を形成する方法がある。発光層に添加する電荷輸送性の高分子化

50

合物は、例えば、ホール輸送性材料として、P V K、およびその混合物などを用いることができる。

また、発光層と電荷輸送性材料との多層構造によって、有機層3を形成することもできる。例えば、ホール輸送材料層／発光層／電子輸送材料層のような積層構造とすることができる。このような積層構造の場合は、陽極2すなわちホール注入電極とホール輸送材料層が、陰極4すなわち電子注入電極と電子輸送材料層が、それぞれ接する構成であることが好ましい。

発光層と多層構造を形成するホール輸送性材料は、例えば、ポリエチレンジオキシチオフェン／ポリスチレンスルホン酸（P E D O T／P S S）、ポリアニリン／ポリスチレンスルホン酸（P a n i／P S S）のいずれか、またはこれらの混合物を用いることができる。また、電子輸送性材料としては、例えば、ポリキノキサリンやポリキノリンなどを単独で、または混合物で用いることができる。

#### 【0089】

上記に例示した電荷輸送性の高分子材料は、有機E L素子の電子注入層や電子輸送層として、あるいは、ホール注入層やホール輸送層として広く用いられている。これらの多くは重量平均分子量M<sub>w</sub>で5000以上、通常5000～300万程度の分子量を有する。

#### 【0090】

発光層と組み合わせる電荷輸送性材料は、上記の高分子材料の他に低分子材料を用いることもできる。低分子材料は、上記の高分子材料と同様に発光層へ添加することができる。あるいは、低分子材料と発光層との積層構造を形成することもできる。低分子材料は、電子輸送性材料として、ホール輸送性材料として、目的に応じた適当な選択をおこなうことが好ましい。

ホール輸送性材料として用いる低分子材料は、例えば、ピラゾリン誘導体、アリアルアミン誘導体、スチルベン誘導体、トリフェニルジアミン誘導体などから適宜選択することができる。

また、電子輸送性材料として用いる低分子材料は、例えば、オキサジアゾール誘導体、アントラキノジメタンおよびその誘導体、ベンゾキノンおよびその誘導体、ナフトキノンおよびその誘導体、アントラキノンおよびその誘導体、テトラシアノアンスラキノジメタンおよびその誘導体、フルオレンおよびその誘導体、ジフェニルジシアノエチレンおよびその誘導体、ジフェノキノン誘導体、8-ヒドロキシキノリンおよびその誘導体、フェナントロリンおよびその誘導体、およびこれらの化合物を配位子とした金属錯体などから適宜選択することができる。なお、こうした低分子材料とその使用形態については、例えば、特開昭63-70257号公報、特開昭63-175860号公報、特開平2-135359号公報、特開平2-135361号公報、特開平2-209988号公報、特開平3-37992号公報、特開平3-152184号公報などに開示の技術を用いることができる。

#### 【0091】

（キャリアブロック層としての使用）

本実施形態のビニルポリマーを含む有機層をその他の発光層などと積層することで、キャリアブロック層として用いることができる。キャリアブロック層の材料は、大きな仕事関数と、広いバンドギャップとを有する材料が好ましい。本発明のビニルポリマーは、通常の有機材料の仕事関数（5.2～5.9 e V程度）に比べて、特に大きな仕事関数（例えば、化7の化合物のポリマーで6.2 e V）を有している。また、本発明のビニルポリマーのバンドギャップは3.2 e V以上という、通常の有機材料のバンドギャップ（2.0～3.0 e V程度）に比べて大きな値を有している。そのため、キャリアブロック層として好適に用いることができる。

#### 【0092】

本実施形態のビニルポリマーは、ホール、電子のいずれに対するキャリアブロック層としても用いることができるが、特にホールブロック層として好ましく用いることができる。通常はポリマー単体で用いられるが、キャリアブロック能力の調整のため、有機層のどこ

10

20

30

40

50

るで述べた化合物などを添加してもよい。また、発光性ドーパントを添加してキャリアブ  
ロック層兼発光層とすることで、積層した発光層と合わせて2層からの発光を得ることも  
できる。

#### 【0093】

(有機層の塗布形成)

有機層3は、本発明のビニルポリマーを溶解し、適当な塗布法を用いて形成することがで  
きる。

有機層3の塗布において用いられる溶媒は、本発明のビニルポリマーが溶解し、塗布に際  
して障害が生じないものであれば特に限定されない。例えば、アルコール系、炭化水素系  
、ケトン系、エーテル系などの、一般に溶媒として多用されている有機溶剤から適宜選択  
して用いることができる。例えば、クロロホルム、塩化メチレン、ジクロロエタン、テト  
ラヒドロフラン、トルエン、キシレン、シクロヘキサノン、ジメチルホルムアミド、N-  
メチルピロリドンなどが好ましい。高分子材料は、その構造や分子量にもよるが、これら  
の溶媒に対して0.1重量%以上溶解させることができる。

10

有機層3の塗布法は、一般的な有機溶剤や塗料の塗布方法を用いることができる。例えば  
、スピンコート法、スプレーコート法、ディップコート法、インクジェット法、印刷法な  
どの塗布法から適宜選択することができる。

#### 【0094】

有機層を塗布法により形成した後、溶媒を除去するため、減圧下あるいは不活性ガス雰  
囲気において、30~200℃、好ましくは60~100℃の温度で加熱乾燥することが好  
ましい。

20

乾燥後の有機層3の厚さは特に限定されない。形成方法によっても異なるが、通常5~5  
00nm程度、特に10~300nmとすることが好ましい。発光層に対してホールある  
いは電子の注入層や輸送層を設けて有機層3を構成する場合、注入層の厚さは0.1nm  
以上、輸送層の厚さは1nm以上が好ましい。注入層あるいは輸送層の厚さの上限は、通  
常、注入層で50nm程度、輸送層で500nm程度である。注入層あるいは輸送層の厚  
さをこの範囲とすることにより、好ましい電荷の移動度あるいは発光層への電荷注入能力  
を得ることができる。

#### 【0095】

(陰極)

30

有機層3に接して設けられる陰極4は電子注入電極として機能する。この電子注入電極は  
、無機電子注入層と補助電極の積層体として形成することができる。また、有機金属錯体  
の塗布膜と補助電極の積層体として形成することもできる。あるいは、金属塩の塗布膜と  
補助電極の積層体として形成することもできる。有機金属錯体や金属塩の塗布膜を用いる  
場合は、スピンコート法などにより容易に電子注入層を形成することができる。

#### 【0096】

(陰極：無機電子注入層)

電子注入電極の無機電子注入層は、有機材料への電子注入が容易となるように低仕事関数  
の材料を選択することが好ましい。例えば、アルカリ金属、アルカリ土類金属あるいはアル  
カリハロゲン化物を用いることができる。

40

#### 【0097】

アルカリ金属は、例えば、Li、Na、K、Csなどを用いることができる。アルカリ土  
類金属は、例えば、Ca、Sr、Baなどを用いることができる。その他にも、例えば、  
Mg、La、Ce、Sn、Zn、Zrなどのような、アルカリ金属やアルカリ土類金属と  
特性が近い金属を用いることもできる。上記の金属の中でも、Caは特に低仕事関数であ  
るため非常に好ましい。無機電子注入層の膜厚は有機層3へ充分に電子を注入できる厚さ  
であればよい。0.1~100nmが好ましく、さらに1.0~50nmがより好ましい  
。

#### 【0098】

無機電子注入層にアルカリハロゲン化物を用いる場合、材料は適宜選択できるが、例えば

50

、LiFやCsIなどが好ましい。アルカリハロゲン化物の膜厚は有機層3へ十分に電子を注入できるよう薄いほうが好ましく、10nm以下が好ましい。さらに1nm以下がより好ましい。

#### 【0099】

以上の無機層は、いずれも補助電極との積層体として用いることが好ましい。補助電極は低仕事関数である必要も高い電子注入性を有する必要もないため、一般的な金属を用いることができるが、導電率が高く取り扱いの容易な金属が好ましい。例えば、Al、Ag、In、Ti、Cu、Au、Mo、W、Pt、PdおよびNiなどの金属を、1種または2種以上もしくはこれらの合金を選択して用いることができる。特に、Al、Agが好ましい。

10

#### 【0100】

(陰極：有機金属錯体の塗布膜による電子注入層)

電子注入層は、有機金属錯体の塗布層を用いて形成することもできる。有機金属錯体の塗布層は、例えば、スピンコート法などの塗布法により容易に電子注入層を形成できるため好ましい。

#### 【0101】

有機金属錯体は、例えば、 $\beta$ -ジケトナト錯体、キノリノール錯体などを用いることができる。有機金属錯体の金属は低仕事関数の金属であれば特に限定されず、例えば、アルカリ金属やアルカリ土類金属を用いることができる。アルカリ金属は、例えば、Li、Na、K、Csなどを用いることができる。また、アルカリ土類金属は、例えば、Ca、Sr、Baなどを用いることができる。その他にもアルカリ金属やアルカリ土類金属に特性の近い金属、例えば、Mg、La、Ce、Sn、Zn、Zrなどを適宜選択して用いることもできる。

20

#### 【0102】

これらの有機金属錯体は、該出の電子輸送性のポリマー材料と混合して塗布することもできる。その場合、電気特性や有機層3との密着性を向上させることができるため非常に好ましい。

有機金属錯体の塗布層の乾燥後膜厚は、有機層3へ十分に電子注入をおこなえるよう薄い方が好ましく、一般には10nm以下が、さらには1nm以下が好ましい。

#### 【0103】

塗布および乾燥後の有機金属錯体層上には、さらに補助電極を設けることが好ましい。補助電極を設けることによって、有機層3への電子注入効率を確保することができる。また、有機層3あるいは有機金属錯体層への、水分あるいは有機溶媒の侵入を防止することができる。

30

補助電極の材料は、有機金属錯体の材料との密着性や、目的とする電子注入電極の特性などに応じて、最適な材料を適宜選択することができる。例えば、Alなどの低抵抗の金属を用いれば高い電子注入効率を確保することができる。あるいは、TiNなどの金属化合物を用いれば高い封止性が得られる。

#### 【0104】

電子注入層と補助電極を合わせた厚さ、すなわち電子注入電極である陰極4全体の厚さには特に制限はない。陰極4全体の厚さは電子を有機層3に供給するために十分な厚さであればよく、通常は陰極4全体の厚さが50～500nm程度であればよい。有機金属錯体の層に対して補助電極が薄すぎると上記の効果が得られず、また、補助電極の段差被覆性が低くなり端子電極との接続が十分ではなくなる。一方、補助電極が厚すぎると補助電極の応力が大きくなるためダークスポットの成長速度が速くなってしまふ。

40

#### 【0105】

(陰極：金属塩の塗布膜による電子注入層)

電子注入層を金属塩の塗布層を用いて形成する方法も、スピンコート法などの塗布法により容易に電子注入層を形成できるため好ましい。この金属塩は有機金属塩および無機金属塩のどちらを用いることもできる。例えば、Ag、Al、Au、Be、Bi、Co、Cu

50

、Fe、Ga、Hg、Ir、Mo、Mn、Nb、Ni、Os、Pb、Pd、Pt、Re、Ru、Sb、Sn、Ti、ZrおよびWなどの金属を含む有機金属塩または無機金属塩を用いることができる。金属塩の形態には特に制限はないが、例えば、置換または非置換の脂肪族カルボン酸塩、二価カルボン酸塩、芳香族カルボン酸塩、アルコラート、フェノラート、ハロゲン化物、およびジアルキルアミドなどを用いることができる。

#### 【0106】

脂肪族カルボン酸塩の脂肪族カルボン酸は、飽和脂肪族カルボン酸と、不飽和脂肪族カルボン酸との、いずれも用いることができる。脂肪族カルボン酸は炭素数1～24のものが好ましい。飽和脂肪族カルボン酸の残基は、例えば、酢酸、プロピオン酸、オクチル酸、イソオクチル酸、デカン酸、ラウリン酸などが挙げられ、不飽和脂肪族カルボン酸残基としてはオレイン酸、リシノレイン酸、リシノール酸などを用いることができる。

10

#### 【0107】

二価カルボン酸塩の二価カルボン酸は、例えば、クエン酸、りんご酸、シュウ酸などから適宜選択して用いることができる。

#### 【0108】

芳香族カルボン酸塩は、例えば、安息香酸、o-tert-ブチル安息香酸、m-tert-ブチル安息香酸、p-tert-ブチル安息香酸、サリチル酸、m-ヒドロキシ安息香酸、p-ヒドロキシ安息香酸などの安息香酸類の塩を用いることができる。特にサリチル酸塩が好ましい。

#### 【0109】

アルコラートは、アルコールの金属塩である。アルコラートを生成するのに好適なアルコールとして、例えば、エタノール、n-プロピルアルコール、n-ブチルアルコールなどの一級アルコール、およびイソプロピルアルコール、イソブチルアルコールなどの二級アルコール、tert-ブチルアルコールなどの三級アルコールから、適宜選択して用いることができる。

20

#### 【0110】

フェノラートはフェノール類の金属塩である。フェノール類は、フェノール、ナフトールおよび4-フェニルフェノールなどをいう。フェノール類としては、例えば、1価のフェノール（置換基数0～5、置換基としてC1～C8の直鎖もしくは分岐アルキル基など）、2価のフェノール（置換基数0～4、置換基としてC1～C8の直鎖もしくは分岐アルキル基など）などから適宜選択して用いることができる。

30

#### 【0111】

ハロゲン化物は、例えば、塩素、フッ素、臭素、ヨウ素などのハロゲン元素との塩を用いることができる。

#### 【0112】

なお、これらの有機金属錯体および金属塩は、該出の電子輸送性のポリマー材料と混合して塗布することもできる。その場合、電気特性や有機層3との密着性を向上させることができるため好ましい。

#### 【0113】

乾燥後の金属塩塗布層の膜厚は、有機層3へ十分に電子注入をおこなえるよう薄いほうが好ましい。一般には10nm以下が、さらには1nm以下であることが好ましい。金属塩の塗布層の上には補助電極を設けることが好ましい。補助電極を設けることによって、有機層3への電子注入効率を確保し、有機層3あるいは電子注入層への水分あるいは有機溶媒の侵入を防止できる。補助電極の材料は、金属塩との密着性や、目的とする電子注入電極の特性に応じて、最適な材料を適宜選択することができる。例えば、Alなどの低抵抗金属やTiNなどの金属化合物を用いることができる。

40

#### 【0114】

電子注入層と補助電極を合わせた厚さ、すなわち電子注入電極である陰極4全体の厚さには特に制限はない。陰極4全体の厚さは電子を有機層3に供給するために十分な厚さであればよく、通常は陰極4全体の厚さが50～500nm程度であればよい。補助電極が薄

50

すぎると上記の効果が得られず、また、補助電極の段差被覆性が低くなり端子電極との接続が十分ではなくなる。一方、補助電極が厚すぎると、補助電極の応力が大きくなりダークスポットの成長速度が速くなってしまう。

#### 【0115】

(封止処理)

積層工程が終了した素子を封止板などにより封止することで有機層3や電極の劣化を防ぐことができる。封止は、接着性樹脂を用いて素子に封止板を接着しておこなうことができる。このとき、スペーサー7を介して接着することにより封止板5と積層体との接触を防止することができる。

封止板5と素子およびスペーサー7との間隙には封止ガスを充填するのが好ましい。この封止ガスは不活性ガスであることが好ましく、例えば、Ar、He、N<sub>2</sub>などが好ましい。封止ガスの水分含有量は100ppm以下、より好ましくは10ppm以下、特に1ppm以下が好ましい。封止ガス中の水分含有量に下限値はないが、0.1ppm程度であれば素子の有機層3や各電極の劣化防止効果が高く非常に好ましい。

#### 【0116】

##### 3. 有機ELディスプレイ

本発明の有機EL素子を平面上に複数個配置することにより、高輝度で長寿命の有機ELディスプレイを得ることができる。本発明の有機ELディスプレイの好ましい実施形態は、想定しているディスプレイ製品に必要な輝度、寿命、消費電力、コストなどを勘案して決定することができる。本発明の有機EL素子は、例えば、ポリシリコンTFTなどを用いたアクティブ駆動のフルカラーディスプレイに用いることができる。あるいは、いわゆるパッシブ駆動のディスプレイに用いることもできる。

#### 【0117】

フルカラーディスプレイのためには、どのような駆動方法を用いるにせよ、何らかの方法で赤、緑、青(RGB)の三原色の発光素子を形成する必要がある。本発明の有機EL素子は、公知のフルカラー表示方法、例えば、RGB三色並置方式や、白色発光方式や、色変換方式など、いずれにも用いることができる。

#### 【0118】

RGB三色並置方式は、RGB三色の発光素子をそれぞれ発光させる方法である。また、白色発光方式は、液晶表示装置などに用いられる三色カラーフィルターによって白色発光の一部波長をカットし、フルカラー表示する方式である。色変換方式は、三色の蛍光色素を高エネルギー線の可視光発光によって励起する方式である。色変換方式の場合、励起光エネルギー線に有機ELの青色発光を用い、それぞれ緑色と赤色の蛍光面を励起して、赤色光、緑色光を得る場合が多い。青色が緑色あるいは赤色に変わるため色変換方式と呼ばれている。白色発光方式あるいは色変換方式の場合、三色の発光素子を用意する必要はなく、発光素子形成が簡素化され、大面積化にも容易に対応できる。

#### 【0119】

本発明の有機EL素子は、発光層に添加する色素ドーパントを適宜選択することによって、上記の表示方法の全てに用いることができる。例えば、本発明の有機EL素子は、高効率で高輝度の青色発光素子が容易に得られるため、色変換方式の励起光源として非常に好ましく用いることができる。また、本発明の高分子材料は燐光発光ドーパントのホスト材料として好ましいため、例えば、燐光発光によるRGB三色並置方式の有機ELディスプレイにも非常に好ましく用いることができる。ここでは、本発明の好ましい一実施形態として、パッシブ駆動型であり、励起光源に青色発光素子を用いる色変換方式の有機ELディスプレイについて説明する。図2のブロック図に、本発明の有機ELディスプレイの好ましい実施形態の一つを示す。

#### 【0120】

本実施形態のようにパッシブ駆動型の有機ELディスプレイを形成する場合、ストライプ状の陽極2と陰極4を発光素子上で直交するように形成するのが好ましい。この場合、陽極2にはホール輸送層を、陰極4には電子輸送層を設けることができる。

10

20

30

40

50

## 【0121】

本実施形態における基板1は、例えば、ガラスや石英、樹脂などの透明ないし半透明材料が好ましい。基板には、例えば、蛍光変換フィルター膜を用いて発光色をコントロールすることが好ましい。

## 【0122】

蛍光変換フィルター膜は、EL発光の光を吸収し、蛍光変換膜中の蛍光体から光を放出させて発光色の色変換をおこなう膜であり、一般にバインダー、蛍光材料、光吸収材料などを含む。これらは、フォトリソグラフィや印刷などにより微細なパターンニングができるようなものが好ましい。また、ITOの成膜工程でダメージを受けない材料が好ましい。

## 【0123】

蛍光材料は、蛍光量子収率が高い物質であり、レーザー色素などのように発光素子の発光波長領域で光吸収が強い物質が好ましい。例えば、ローダミン系化合物、ペリレン系化合物、シアニン系化合物、サブフタロなどを含むフタロシアニン系化合物や、ナフタロイミド系化合物、縮合環炭化水素系化合物、縮合複素環系化合物、スチリル系化合物、クマリン系化合物などを用いることができる。バインダーは、蛍光を消光しない材料であれば適宜選択して用いることができる。光吸収材料は、蛍光材料の光吸収が足りない場合に用いることが好ましく、蛍光材料の蛍光を消光しない材料を選ぶことが好ましい。

## 【0124】

また、有機EL素子の材料や蛍光変換フィルター膜が吸収するような短波長の外光をカットするカラーフィルターを選択して蛍光変換フィルター膜と組み合わせると、素子の耐光性や表示コントラストを向上させることができる。蛍光変換フィルター膜は、陽極2と陰極4の交点にあたる位置の基板1表面に、赤色フィルター層13aと、緑色フィルター層13bとを形成するのが好ましい。青色発光領域13cの部分には蛍光変換フィルター膜は形成されない。赤色フィルター層13a、緑色フィルター層13b、青色発光領域13cの3つの電極交点がディスプレイの画素に相当する。この構成はフォトリソグラフィの手法で蛍光変換フィルター膜をパターンニングして形成することができる。

## 【0125】

蛍光変換フィルター膜のパターン形成後、陽極2をストライプ状に形成する。陽極2の材質と構成は、有機EL素子の実施形態の構成をそのまま用いることができる。ストライプ状の陽極2は、例えば、ITO膜を必要に応じてホール注入層やホール輸送層などと組み合わせさせて成膜した後、フォトリソグラフィの手法によりパターンニング、エッチング処理して形成することができる。

## 【0126】

陽極2を形成した後、絶縁層6を成膜するのが好ましい。絶縁層6は、例えば、 $\text{SiO}_2$ や $\text{Al}_2\text{O}_3$ などを成膜した後、発光領域となる13a～13cの部分にフォトリソグラフィの手法により開口部を設けるのが好ましい。

## 【0127】

陽極2と絶縁層6を設けた基板1上に有機層3を設ける。このとき、スピンコート法によって有機層3を形成するのが好ましい。有機層3は、有機EL素子の好ましい実施形態において説明した材料および構成を用いることができる。有機層3は、例えば、フォトリソグラフィの手法などを用いてパターンニングすることができる。

## 【0128】

有機層3の形成が完了した後に、陰極4を形成する。陰極4は有機EL素子の好ましい実施形態において説明した材料および構成を用いることができる。本実施形態のようにパッシブ駆動の有機ELディスプレイの場合、陰極4は陽極2に対し垂直に交差するストライプ状とするのが好ましい。このとき、陽極2と陰極4は図2のように、各発光素子上で直交するように形成するのが好ましい。

## 【0129】

この後、スペーサー7を設けることが好ましい。スペーサー7は、上記の有機EL素子の好ましい実施形態において説明した構成を用いることができる。スペーサー形成後、有機

10

20

30

40

50

ＥＬ素子の好ましい実施形態とほぼ同様の方法で素子を封止するのが好ましい。

【０１３０】

ディスプレイ上の有機ＥＬ素子の駆動は、直流駆動、パルス駆動、交流駆動などの駆動方法を適宜用いることができる。印加電圧は通常２～３０Ｖ程度が好ましい。陽極２には電力供給機構８が接続される。電力供給機構８は陽極２に接続され、電流あるいは電圧を、直流、交流あるいはパルスとして素子に供給するのが好ましい。スイッチング機構１０は陰極４に接続され有機ＥＬ素子９の点滅信号を供給するのが好ましい。電力供給機構８とスイッチング機構１０は制御論理回路１２によって制御されるのが好ましい。電力供給機構８とスイッチング機構１０、および制御論理回路１２は、有機ＥＬディスプレイの表示をコントロールする駆動系１１として統合することができる。

10

【０１３１】

以上説明した本発明の実施形態による有機ＥＬ素子は、従来にない高輝度で高寿命の青色発光素子を作製可能であるため、長寿命で優れた表示機能を有する有機ＥＬディスプレイを得ることができる。また、本発明の有機ＥＬ素子は、有機ＥＬディスプレイの他にも、例えば、メモリ読み出しや書き込みに利用される光ピックアップ、光通信の伝送路中における中継装置、フォトカプラなど、種々の光応用デバイスに用いることができる。

【０１３２】

【実施例】

以下、本発明を実施例と比較例によって具体的に説明する。実施例および比較例中で用いた化合物の構造は、それぞれ化３０～化４１に示す。なお、構造式中の $n$ 、 $m$ は重合度である。

20

【０１３３】

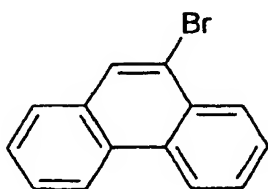
（実施例１）

９－ブロモフェナントレン５．１ｇ（２０ｍｍｏｌ）と、４－ビニルフェニルボロン酸３．３ｇ（２２ｍｍｏｌ）と、テトラキストリフェニルフォスフィノパラジウム（ $\text{Pd}(\text{pph}_3)_4$ ）０．６ｇとを、窒素雰囲気中でトルエン４０ｍｌとエタノール１０ｍｌとの混合溶媒に溶解してモノマー溶液を得た。化３０に９－ブロモフェナントレンの構造式を、化３１に４－ビニルフェニルボロン酸の構造式を、それぞれ示す。

【０１３４】

【化３０】

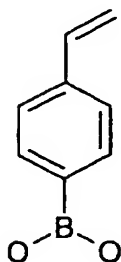
30



【０１３５】

【化３１】

40



50

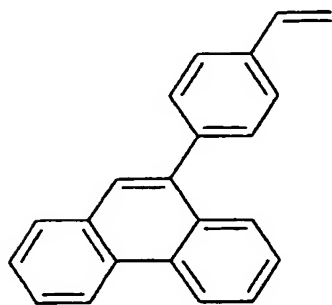


## 【0136】

得られた溶液に2Mの炭酸ナトリウム水溶液20mlを加え、90℃にて24時間反応させた。生成物をエーテルで抽出後、カラムクロマトグラフィーにより精製し、白色の固体である9-(4-ビニルフェニル)-フェナントレン3.6gを得た。化32に9-(4-ビニルフェニル)-フェナントレンの構造式を示す。

## 【0137】

## 【化32】



10

## 【0138】

得られた固体は、核磁気共鳴法(NMR法)、赤外線吸収分析法(IR法)、マスマスペクトル分析法を用いて、化32に示す9-(4-ビニルフェニル)-フェナントレンの構造であることを確認した。また、9-(4-ビニルフェニル)-フェナントレンの収率は64%であった。

20

## 【0139】

次に、上記の9-(4-ビニルフェニル)-フェナントレンを2gと、ラジカル重合開始剤であるベンゾイルパーオキシド(BPO)を20mgとを、15mlのテトラヒドロフラン(THF)に溶解した。得られた溶液を、窒素雰囲気において70℃で48時間保持し、重合反応させた。反応終了後、良溶媒にTHF、貧溶媒にメタノールを用いて再沈殿を3回おこなった。次に、貧溶媒を酢酸エチルに代えて上記と同様に再沈殿を3回おこない、1.81gのポリマーを得た。得られたポリマーの重量平均分子量は52000であった。

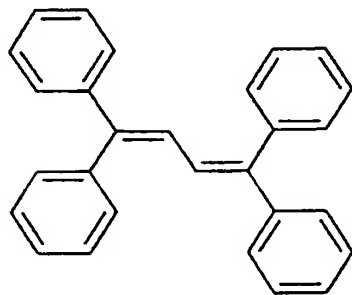
30

## 【0140】

得られたポリマーをトルエンに2.0wt%溶解し、ポリマー溶液を得た。さらに、ポリマー中のモノマーユニットに対して3wt%の割合で、青色発光ドーパントであるテトラフェニルプタジエンを添加し、発光層塗布溶液を得た。化33にテトラフェニルプタジエンの構造式を示す。

## 【0141】

## 【化33】



40

## 【0142】

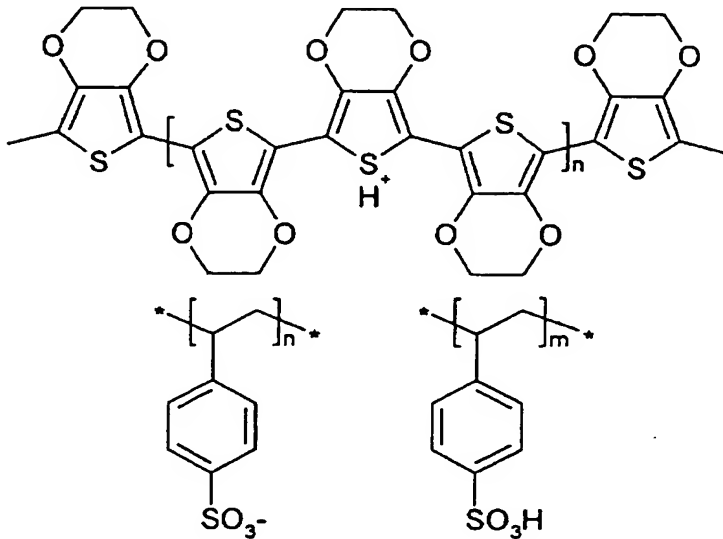
50

得られた発光層塗布溶液を用い、以下の手順で有機EL素子を作製した。

ITO基板上に、スピンコート法によりポリエチレンジオキシチオフェン／ポリスチレンスルホン酸（PEDOT／PSS）を50nm成膜した。80℃にて1時間真空乾燥した後、上記の発光層塗布溶液を塗布し、発光層100nmを形成した。化34に、PEDOT／PSSの構造式を示す。

【0143】

【化34】



10

20

【0144】

同様に80℃にて1時間真空乾燥した後、LiFを0.6nm、Alを250nm真空蒸着して陰極とし、封止をして有機EL素子を作製した。このデバイスからはテトラフェニルプタジエンに起因する青色発光が確認され、10mA/cm<sup>2</sup>の定電流駆動時に1.7cd/Aの電流効率が得られた。10mA/cm<sup>2</sup>における輝度半減寿命試験の結果、210時間の寿命が得られた。

30

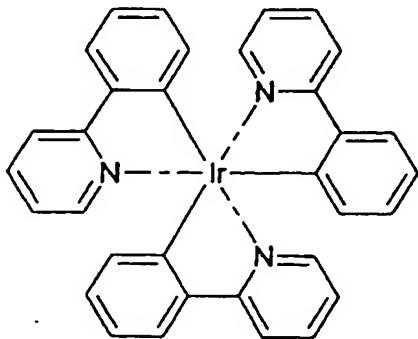
【0145】

（実施例2）

ドーパントを燐光発光ドーパントであるイリジウムフェニルピリジン錯体（Ir（ppy）<sub>3</sub>）とし、ポリマー中のモノマーユニットに対して1wt%の割合で添加した。それ以外は実施例1と同様の手順で有機EL素子を作製した。化35にIr（ppy）<sub>3</sub>の構造式を示す。

【0146】

【化35】



40

50

## 【0147】

このデバイスからは  $\text{Ir}(\text{ppy})_3$  に起因する緑色発光が確認され、 $10 \text{ mA/cm}^2$  の定電流駆動時に  $20 \text{ cd/A}$  の電流効率が得られた。 $10 \text{ mA/cm}^2$  における輝度半減寿命試験の結果、80時間の寿命が得られた。

## 【0148】

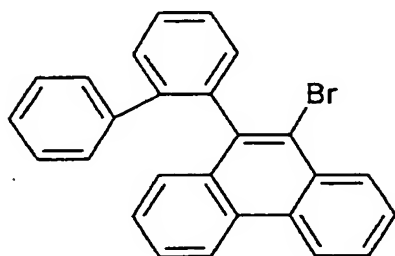
(実施例3)

9-ブロモフェナントレンを、9-ビフェニル-2-イル-10-ブロモフェナントレンとした以外は、実施例1と同様の条件でモノマーの合成をおこない、9-ビフェニル-2-イル-10-(4-ビニルフェニル)-フェナントレンを得た。化36に9-ビフェニル-2-イル-10-ブロモフェナントレンの構造式を、化37に9-ビフェニル-2-イル-10-(4-ビニルフェニル)-フェナントレンの構造式を、それぞれ示す。

10

## 【0149】

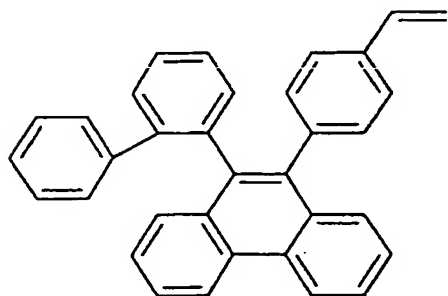
【化36】



20

## 【0150】

【化37】



30

## 【0151】

NMR法、IR法、マスペクトル分析法によるモノマー構造の確認後、モノマーを重合してポリマーを得た。得られたポリマーの重量平均分子量は38000であった。

## 【0152】

次いで実施例1と同様に有機EL素子を作製した。得られた有機EL素子からはテトラフェニルプタジエンに起因する青色発光が確認され、 $10 \text{ mA/cm}^2$  の定電流駆動時に  $2.0 \text{ cd/A}$  の電流効率が得られた。 $10 \text{ mA/cm}^2$  における輝度半減寿命試験の結果、280時間の寿命が得られた。

40

## 【0153】

(実施例4)

ドーパントを、1wt%の  $\text{Ir}(\text{ppy})_3$  にした以外は、実施例3と同様にして有機EL素子を作製して評価した。このデバイスからは  $\text{Ir}(\text{ppy})_3$  に起因する緑色発光が確認され、 $10 \text{ mA/cm}^2$  の定電流駆動時に  $21 \text{ cd/A}$  の電流効率が得られた。 $10 \text{ mA/cm}^2$  における輝度半減寿命試験の結果、110時間の寿命が得られた。

## 【0154】

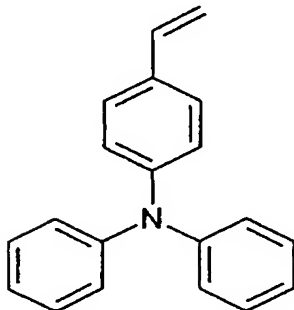
50

## (実施例 5)

実施例 3 における 9-ビフェニル-2-イル-10-(4-ビニルフェニル)-フェナントレンと、ジフェニル-(4-ビニルフェニル)-アミンとを、70:30 (モル比) の割合で混合し、実施例 1 と同様にラジカル重合反応をおこなって共重合体を得た。化 38 にジフェニル-(4-ビニルフェニル)-アミンの構造式を示す。得られた共重合体の分子量は、重量平均分子量にして 44000 であった。

【0155】

【化 38】



10

【0156】

次いで、実施例 2 と同様に  $\text{Ir}(\text{ppy})_3$  を用いて有機 EL 素子を作製した。有機 EL 素子からは、 $\text{Ir}(\text{ppy})_3$  に起因する緑色発光が確認され、 $10 \text{ mA/cm}^2$  の定電流駆動時に  $17 \text{ cd/A}$  の電流効率が得られた。 $10 \text{ mA/cm}^2$  における輝度半減寿命試験の結果、150 時間の寿命が得られた。

20

【0157】

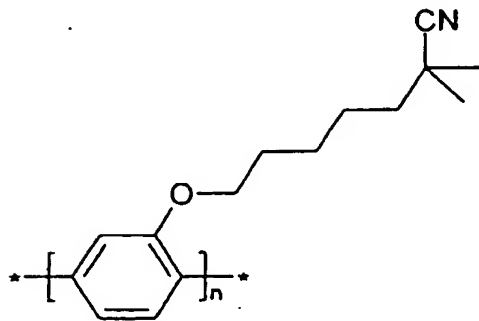
(実施例 6)

実施例 1 と同様に 50 nm の PEDOT/PSS 膜を作製した。また、青色の蛍光を発する  $\pi$  共役高分子である CN-PPP (重量平均分子量 10000) を 1.5 wt% の濃度でキシレンに溶解して、CN-PPP キシレン溶液を得た。化 39 に CN-PPP の構造式を示す。

30

【0158】

【化 39】



40

【0159】

上記の PEDOT/PSS 膜表面に、上記の CN-PPP キシレン溶液を塗布して、100 nm 膜厚の発光層を形成し、80℃にて1時間真空乾燥した。

【0160】

実施例 1 で用いたポリマーを、CN-PPP を溶かさないう溶媒である 2-エトキシエタノールに 0.3 wt% 溶解し、CN-PPP 発光層表面に塗布した後に 80℃にて1時間真空乾燥し、5 nm 膜厚のホールブロック層を作製した。ホールブロック層表面に LiF を

50

0.6 nm、Alを250 nm真空蒸着して陰極とし、封止をして有機EL素子を得た。

【0161】

この有機EL素子からは、CN-PPPからの青色発光が確認され、10 mA/cm<sup>2</sup>の定電流駆動時に0.5 cd/Aの電流効率が得られた。また、10 mA/cm<sup>2</sup>における輝度半減寿命試験の結果、90時間の寿命が得られた。

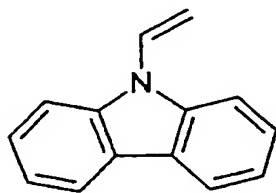
【0162】

(比較例1)

ポリマーをポリビニルカルバゾール(PVK: 重量平均分子量100000)とした以外は実施例1と同様に有機EL素子を作製した。化40にPVKの構造式を示す。

【0163】

【化40】



【0164】

この素子からはテトラフェニルブタジエンに起因する青色発光が確認され、10 mA/cm<sup>2</sup>の定電流駆動時の電流効率は1.6 cd/Aが得られた。しかしながら10 mA/cm<sup>2</sup>での輝度半減寿命は4時間であった。

【0165】

(比較例2)

ポリマーをPVK(重量平均分子量100000)とした以外は実施例2と同様に有機EL素子を作製した。この素子からはIr(pppy)<sub>3</sub>に起因する緑色発光が確認され、10 mA/cm<sup>2</sup>の定電流駆動時に18 cd/Aの電流効率が得られた。しかしながら10 mA/cm<sup>2</sup>での輝度半減寿命はわずか15分であった。

【0166】

(比較例3)

実施例6と同様の手順で、膜厚50 nmのPEDOT/PSSと、膜厚100 nmのCN-PPPとの発光層を積層した。本比較例では、真空乾燥後にホールブロック層を積層せず、直接CN-PPP層表面にCaを6 nm、Alを250 nm真空蒸着して陰極を形成した。CaはCN-PPPに対し良好な電子注入性を有する。陰極形成後、封止をして有機EL素子を作製した。得られた有機EL素子からは、10 mA/cm<sup>2</sup>の定電流駆動では発光が確認されなかった。この結果からホールブロック層の形成が有機EL素子の特性向上に効果的であることが判った。

【0167】

(比較例4)

テトラフェニルブタジエンをCN-PPPの固形分に対して2 wt%の割合で添加した以外は、比較例3と同様に有機EL素子を作製した。得られた有機EL素子からはテトラフェニルブタジエンに起因する青色発光が確認されたが、10 mA/cm<sup>2</sup>の定電流駆動時の電流効率は0.1 cd/A未満であった。

【0168】

(比較例5)

テトラフェニルブタジエンの代わりに3 wt%のIr(pppy)<sub>3</sub>をドーパントに用いた以外は比較例4と同様に有機EL素子を作製した。得られた有機EL素子からは10 mA/cm<sup>2</sup>の電流値では発光が確認できなかった。さらに電圧を上げていくと、Ir(pppy)<sub>3</sub>に起因する緑色発光ではなく、CN-PPP自体に起因する青色発光が確認された。この結果から、CN-PPPは燐光発光用のホスト材料としては不適合であることが確

10

20

30

40

50

認できた。

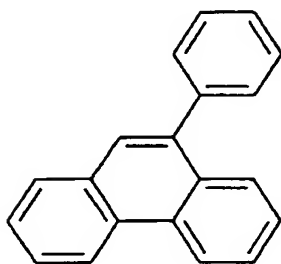
【0169】

(比較例6)

有機EL素子の有機層を、分子分散型の高分子材料ではなく低分子量のフェニルフェナントレン塗布膜とした以外は、実施例1と同様に有機EL素子を作製した。フェニルフェナントレンの構造式を化41に示す。

【0170】

【化41】



【0171】

フェニルフェナントレンの塗布膜は結晶化が激しく平滑な膜が得られなかったが、そのまま有機EL素子を作製して評価を試みた。本比較例の有機EL素子の評価においては、10 mA/cm<sup>2</sup>の定電流駆動でテトラフェニルブタジエンに起因する青色発光が確認された。しかしながら、発光開始直後に絶縁破壊が生じ、電流効率などの特性評価はできなかった。この結果から、分子分散型の高分子材料がドーパントのホスト材料として有効であることが確認された。

【0172】

(実施例7)

本実施例では、実施例1における有機EL素子を用いて有機ELディスプレイを作製した。

基板1として75 mm方形のガラス基板を用いた。ガラス基板には、顔料分散型のカラーフィルター塗布工程を施し、赤色および緑色のカラーフィルター層を形成した。カラーフィルター層は、1.5~2.0 μm程度のフィルター膜厚となるように塗布し、紫外線を用いたフォトリソグラフィの手法によりパターンニングした。赤色および緑色フィルター層は、1.0 mm×2.7 mmの略長方形とした。青色光を透過する部分にはフィルターは設けなかった。

【0173】

カラーフィルター形成後のガラス基板には、透明電極を形成する。本実施例ではITO膜を陽極2として用いた。ITO膜を成膜する前に、下地にオーバーコート層を塗布し、220℃で1時間のキュアをおこなった。オーバーコート層の膜厚は7~8 μmとした。オーバーコート層を形成した基板に、ストライプ状のITO膜を形成した。ITO膜は、スパッタリング法を用い、フォトリソグラフィとエッチングの手法によって、ストライプ幅2.5 mmおよびストライプギャップ1.0 mmにて形成した。これらは、赤色、緑色のカラーフィルター部分と、青色発光を想定した部分とを被覆するよう形成した。ITO膜とカラーフィルターの位置関係は、図2に示すとおりである。

ITO膜の形成後、絶縁層6であるSiO<sub>2</sub>を成膜して、赤色、緑色および青色の発光素子に相当する部分の必要な面積をパターンニングして開孔した。

【0174】

次に、スペーサー7を形成した。ITO膜と絶縁層6が形成された基板1上に、ガラススペーサーを混ぜた接着剤を適量塗布し、乾燥させて封止版が発光素子と接触しない程度の高さのスペーサー7を得た。

実施例1の工程で得られた発光層塗布溶液を用い、以下の手順で、ホール輸送層と発光層

からなる有機層 3 を作製した。

【0175】

スペーサー 7 を形成した基板 1 上に、スピンコート法によりポリエチレンジオキシチオフェン／ポリスチレンスルホン酸 (PEDOT/ PSS) を 50 nm 成膜して、ホール輸送層を形成した。80℃にて1時間真空乾燥した後、実施例 1 の工程で得られた発光層塗布溶液を塗布し、発光層 100 nm を形成した。発光層の形成後、再度 80℃にて1時間真空乾燥をおこなった。

【0176】

長さ 72 mm で幅 2.5 mm のストライプ形状の穴が 1.0 mm 間隔で形成された、ステンレス製のメタルマスクを、ストライプ穴がガラス基板上の ITO 膜のストライプと、三色の各発光素子上で直交するように設置した。メタルマスクを設置した状態で基板ホルダーに固定し、真空蒸着装置の中に装填した。初期真空度  $2 \times 10^{-6}$  Pa まで排気した後、 $1 \sim 3.2 \times 10^{-4}$  Pa のプロセス圧力で LiF を 0.6 nm、Al を 250 nm 蒸着し、赤色発光素子と直交する陰極 4a、緑色発光素子と直交する陰極 4b、青色発光素子と直交する陰極 4c を形成した。陰極 4a ~ 4c を形成した後、封止をおこなった。

【0177】

以上のように、ストライプ状の陽極 2 と陰極 4a ~ 4c の交点を複数個有し、それらの各交点に有機層 3 が形成されて、有機 EL 素子 9 が二次元的に配置された有機 EL ディスプレイのパネル部材を得た。

【0178】

得られたパネル部材の青色発光する 1 画素に相当する有機 EL 素子 9 を選び、電力供給機構 6 を陽極 2 に、スイッチング機構 8 を陰極 4c に、それぞれ接続して発光試験をおこなった。選択した 1 画素の有機 EL 素子 9 からは、テトラフェニルブタジエンに起因する青色発光が得られ、 $10 \text{ mA} / \text{cm}^2$  の定電流駆動時に  $2.0 \text{ cd} / \text{A}$  の電流効率が得られた。 $10 \text{ mA} / \text{cm}^2$  にて輝度半減寿命試験をおこなったところ 315 時間の寿命が得られた。

【0179】

得られたパネルに対し、図 2 のブロック図に示す駆動系 11 として、電力供給機構 8 とスイッチング機構 10、および制御論理回路 12 を接続し、有機 EL ディスプレイを作製した。電流供給機構 8 は、1 本の陽極 2 に対して 1 系統接続し、スイッチング機構 10 は、陰極 4a ~ 4c に対して各 1 系統接続した。電流供給機構 6 とスイッチング機構 10 とは、駆動系 11 として統括した。駆動系 11 を含む有機 EL ディスプレイ全体を、制御論理回路 12 を用いて制御した。

【0180】

制御論理回路 12 により、 $10 \text{ mA} / \text{cm}^2$  の定電流駆動をおこなったところ、青色発光素子部において、本実施例の上記の評価と同様のテトラフェニルブタジエンに起因する青色発光が得られ、 $1.4 \text{ cd} / \text{A}$  の電流効率が得られた。また、カラー表示駆動をおこなったところ、鮮明な画像を確認することができた。

【0181】

以上、本発明の実施例について説明してきたが、本発明はこれらに限定されることなく、請求項の範囲内において各種の変形が可能であることは、当業者にとって自明である。

【0182】

【発明の効果】

本発明によれば、広いバンドギャップを有し、固体量子効率が高く安定な構造であるフェナントレン構造を有するビニルポリマーを用いることにより、燐光発光も含めた高効率で長寿命の有機 EL 素子を得ることができる。また、他のビニルモノマーと共重合体を作ることにより、注入バランスに優れた有機 EL 素子の作製が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の有機 EL 素子の内部構造を示す断面図である。

【図 2】 本発明の有機 EL ディスプレイを示すブロック図である。

10

20

30

40

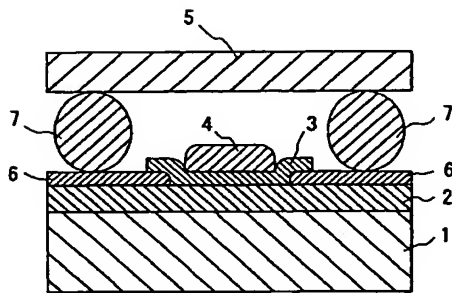
50

## 【符号の説明】

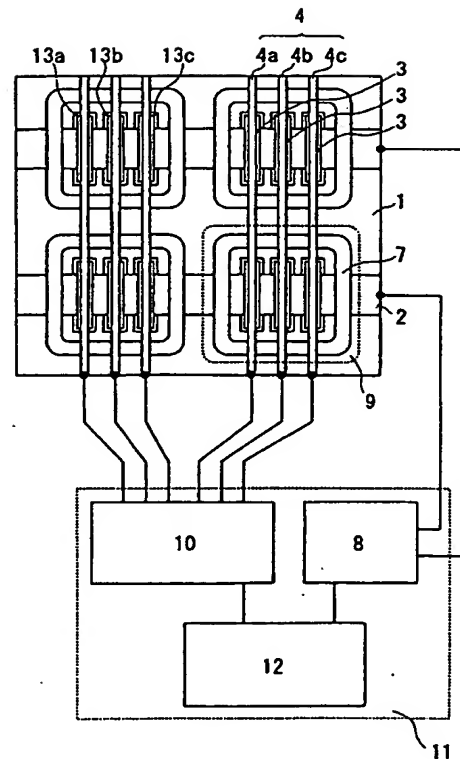
- 1      基板
- 2      陽極
- 3      有機層
- 4      陰極
- 4 a    赤色発光部陰極
- 4 b    緑色発光部陰極
- 4 c    青色発光部陰極
- 5      封止板
- 6      絶縁層
- 7      スペース
- 8      電力供給機構
- 9      有機EL素子
- 10     スイッチング機構
- 11     駆動系
- 12     制御論理回路
- 13 a    赤色フィルター層
- 13 b    緑色フィルター層
- 13 c    青色発光領域

10

【図1】



【図2】





---

フロントページの続き

【要約の続き】

但し、式(1)中の $X_1 \sim X_{10}$ は水素、アルキル基、アルコキシ基、アリール基、アリールオキシ基、複素環基、アミノ基、ハロゲン原子、シアノ基のうち少なくとも1つを示す。また複数の置換基が結合して環を形成してもよい。

【選択図】 図1